QL
696
S473H65
1904
BIRDS

SI

HILLEL

—

UEBER DIE VORDEREXTREMITÄT VON EUDYPTES CHRYSOCOME...

SMITHSONIAN
LIBRARIES

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
SMITHSONIAN INSTITUTION WASHINGTON DC

(Aus dem Zoologischen Institute zu Leipzig.)

Ueber die Vorderextremität von Eudyptes chrysocome und deren Entwickelung.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen philosophischen Fakultät

der

Universität Leipzig

vorgelegt von

Erich Hillel
aus Breslau.

Mit 2 Tafeln.

Jena
Gustav Fischer
1904.

17387

C96
S473H65
1904
Birds

(Aus dem Zoologischen Institute zu Leipzig.)

Ueber die Vorderextremität von Eudyptes chrysocome und deren Entwickelung.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen philosophischen Fakultät

der

Universität Leipzig

vorgelegt von

Erich Hillel
aus Breslau.

Mit 2 Tafeln.

Jena
Gustav Fischer
1904.

Referenten:

Professor Chun, Professor Pfeffer.

Seinen geliebten Eltern

in Dankbarkeit gewidmet.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung	1
Besprechung der Literatur	2
Die Vorderextremität des erwachsenen Pinguins	3
Das Skelett	4
Die Muskulatur	17
Die Entwickelung der Vorderextremität	27
Der Carpus	31
Der Metacarpus	37
Die Phalangen	40
Radius und Ulna	40
Der Humerus	42
Die Muskulatur	42
Schlußwort	43
Literaturverzeichnis	44
Erklärung der Abbildungen	46

Unter dem von der deutschen Tiefseeexpedition im Jahre 1898/99 mitgebrachten Material befand sich auch eine größere Anzahl Embryonen von Eudyptes chrysocome, welche während des Aufenthaltes auf den Kerguelen gesammelt worden waren. Sie fanden zu mehrfachen Untersuchungen Verwendung, unter denen ich speziell die von Wohlauer über die Entwickelung der Federn, von Maennich über die Entwickelung der Wirbelsäule und von Lewin über die Entwickelung des Schnabels hervorhebe.

Die vorliegende Untersuchung knüpft an dasselbe Material an und behandelt den Bau und die Entwickelung der Vorderextremität von Eudyptes chrysocome.

Die mir von Herr Professor Chun freundlichst zu Verfügung gestellten Objekte umfaßten einen ausgewachsenen Pinguin von etwa $^1/_2$ m Länge, sowie die Vorderextremitäten von 7 Embryonen, welche sämtlich der mittleren Entwickelungsstufe angehörten. Ueber die Art der Konservierung der Embryonen wurde bereits in der Arbeit von Maennich berichtet. Ich erhielt die Flügel teils schon als Serien geschnitten, teils in Paraffin eingebettet. Von letzteren fertigte ich hauptsächlich Längs- und Querschnittserien in einer Stärke von 10—15 μ an. Ferner hatte Herr Professor Fraisse in Jena die Güte, mir eine demselben Material entnommene, bereits geschnittene Vorderextremität von Eudyptes chrysocome für meine Untersuchungen zur Verfügung zu stellen. Die Größenmaße der Embryonen, von denen die Extremitäten entnommen sind, sind von Lewin und Maennich angegeben worden. Ich beschränke mich daher darauf, die Flügellänge der von mir untersuchten Stadien, vom Caput humeri bis zur Spitze des letzten Phalangengliedes gemessen zu zitieren.

Die Flügellänge betrug bei:

Stadium	I	1,3 cm
„	II	1,5 „
„	III	1,8 „
„	IV	2,1 „
„	V	2,3 „
„	VI	2,5 „
„	VII	3,0 „

An dem ausgewachsenen Pinguin präparierte ich die Muskeln des Schultergürtels und der Vorderextremität und legte die betreffenden Skelettteile frei.

Literatur.

Obwohl die Literatur über das Skelett und die Muskulatur der Vorderextremität der Vögel sehr reich ist, so finden sich bei den älteren Autoren über die Spheniscіden nur spärliche Angaben. Die meisten bedeutsamen Werke sind bereits in der Arbeit von Maennich aufgezählt worden; ich habe daher hier nur wenig hinzuzufügen.

Die ersten Angaben über die Muskulatur fänd ich im „System der vergleichenden Anatomie“ von Meckel (1828) unter dem Titel „Muskeln der Vögel“. Hier finden sich bei jeder der aufgezählten Muskeln Angaben über die betreffenden Muskeln der Pinguine.

Ausführlicher sind dieselben bereits in der Arbeit von C. G. Schoepss behandelt, welche 1829 in Meckels Archiv für Anatomie und Physiologie veröffentlicht wurde. Die Muskeln der Vorderextremität und des Schultergürtels sind von Schoepss sehr genau beschrieben und durch 2 anschauliche Figuren klargelegt.

Das 1835 erschienene Werk von Reid „Anatomical description of the patagonical Pinguin“ enthält nur eine ganz kurze topographische Beschreibung der Flügelmuskeln.

Im Jahre 1840 veröffentlichte Brandt in „Mémoires de l'académie d. Sciences de St. Pétersbourg“ eine Arbeit, in welcher hauptsächlich die allgemeinen Merkmale der Spheniscіden erörtert werden, und welche auch eine Abbildung der Vorderextremität von Eudyptes patagonicus enthält.

Eine ausführliche makroskopische Beschreibung der Vorderextremität von Eudyptes chrysolophus enthält die 1877 erschienene

Arbeit von Gervais und Alix. Die beiden zugehörigen Abbildungen lassen jedoch an Genauigkeit zu wünschen übrig.

Eine kürzere Beschreibung des Skelettes und der Muskulatur der Vorderextremität findet sich in der Schrift von Filhol „Observations rélatives aux caractères ostéologiques d'Eudyptes et de Spheniscus“ (1882).

Am eingehendsten ist die Vorderextremität von Watson in „Report of the voyage S. M. S. Challenger“ beschrieben (1883). Für die einzelnen Skelettteile gab Watson bestimmte Maße bei fast allen Pinguinarten an. Die Muskulatur der Vorderextremität ist genau dargestellt und auf die Muskeln anderer Vögel zurückgeführt.

In dem großen Werke Fürbringers (1888) über die Schulter und die proximale Flügelregion der Vögel sind die Spheniscіden (Spheniscus demersus) bei der speziellen Beschreibung der Muskulatur, sowie auch in den Tabellen über den Skelettbau, eingehend berücksichtigtigt.

Die ersten entwickelungsgeschichtlichen Angaben über die Pinguine machte Studer in dem Berichte über die Forschungsreise S. M. S. „Gazelle“ (1889). Nach ausführlichen biologischen Erörterungen gibt Studer eine kurze Beschreibung der Entwickelung einiger Pinguinarten. Da jedoch die ihm zur Verfügung stehenden Embryonen schlecht konserviert waren und auch nur makroskopisch untersucht werden konnten, so fielen die Resultate sehr ungenau aus, weshalb diese Untersuchungen keinen Schluß auf die Abstammung der Pinguine zuließen.

Die letzte bedeutungsvolle Arbeit, welche die Pinguine speziell behandelt, ist die von M. v. Menzbier, welche 1887 im Bulletin de Moscou in deutscher Uebersetzung erschien unter dem Titel „Vergleichende Osteologie der Pinguine in Anwendung zur Haupteinteilung dev Vögel“. Diese Arbeit war für mich insofern von großer Bedeutung, als sich hier der Verfasser neben einer ausführlichen Beschreibung der Osteologie verschiedener Pinguinarten als Hauptaufgabe eine Entscheidung über die Stellung der Pinguine im System der Vögel gestellt hat. Ich werde auf diese Arbeit später noch zurückzukommen haben.

Bevor ich auf meine Hauptaufgabe, die Entwickelung der Vorderextremität, eingehe, werde ich erst die Knochen und Muskeln des Schultergürtels und der Vorderextremität beim ausgewachsenen Vogel näher beschreiben.

Das Skelett.

Der Schultergürtel.

Von den 3 Knochen des Schultergürtels ist das Coracoid (Fig. 2 und 3) der kräftigste. Infolge seiner Einkeilung zwischen Sternum und die anderen beiden Schulterknochen gibt es dem ganzen Brustgürtel den beim Schwimmen sehr nötigen Halt. Die basalen Enden der beiden Coracoide sind nur wenig von einander entfernt. Der Winkel den sie beim Ansatz an das Sternum miteinander bilden, beträgt 44°, ein Verhalten, wie wir es im allgemeinen bei den mittleren Fliegern vorfinden. Die äußere ventrale Fläche ist in ihrer ganzen Ausdehnung stark konvex, und zwar erreicht die Wölbung ihre größte Breite am sternalen Ende. Medialwärts besitzt das Coracoid zwei stark ausgebildete Fortsätze, die ineinander übergehen. Der eine von diesen, der Proc. medialis posterior (Fürbringer), von Watson als Tuberculum beschrieben, befindet sich am basalen Ende, erreicht eine beträchtliche Breite, ist nach innen gerichtet und dient zum Ansatz einiger Fasern des M. supracoracoideus und einiger Verstärkungsfasern des Lig. sterno coracoideum. Der zweite, sich dem vorigen anschließende Fortsatz, der Proc. medialis anterior, ist bedeutend länger als dieser, steht ihm jedoch an Breite etwas nach. Der Fortsatz ist im Verhältnis zum Körper des Coracoids stark abgeplattet und zeigt in seiner oberen Hälfte ein großes ovales Fenster, welches zum Durchtritt des den M. supracoracoideus versorgenden Nerven dient. Dieses Foramen ist beim Pinguin bedeutend größer als bei den meisten anderen Vögeln. An diesem Punkte setzt die Clavicula mit ihrem oberen Ende an. Der eigentliche Körper des Coracoids verjüngt sich proximalwärts und zeigt hier einen sehr stark ausgebildeten Fortsatz, die Spina coracoidea oder Acrocoracoid; derselbe ist in seinem obereren Teile fast rechtwinklig medial abgebogen, auch weist er eine Krümmung nach außen auf. Auf seiner Innenseite besitzt er einen dicken Knorpelüberzug, welcher als Rolle für die Sehne des M. supracoracoideus eine Reibung verhindert. Die kräftige Ausbildung des Acrocoracoids beruht darauf, daß dasselbe zur Anlehnung an die Clavicula dient, welche gemäß ihrer Aufgabe, bei der Ruderbewegung als Steuer zu funktionieren, ein kräftiges Widerlager finden muß. Andererseits ist das Acrocoracoid auch infolge der mächtigen Entfaltung des M. supracoracoideus so be-

deutend entwickelt. Hierin zeigt das Coracoid ein für die Carinaten typisches Verhalten.

Die innere, dem Thorax zugekehrte Fläche ist einfacher als die äußere gestaltet. Sie ist größtenteils plan, nur das untere Drittel ist konkav und besitzt zahlreiche wulstförmige Höcker und Gruben, welche der kräftigen Muskulatur Ansatz gewähren. Ein schmaler Streifen am basalen Ende ist wiederum glatt und dient zur Anheftung des Lig. sterno-coracoideum.

Der mediale Rand des Coracoids, welcher von den beiden medialen Fortsätzen gebildet wird, ist etwas zugeschärft und zeigt zwei schwache Biegungen. Der laterale Rand ist dagegen abgestumpft und beginnt proximal mit einem Vorsprung, welcher an der Bildung der Schultergelenkgrube teilnimmt. Von hier verläuft der Rand fast geradlinig bis zu dem Proc. lateralis nach abwärts. Dieser Fortsatz ist sehr dünn, zeigt einen scharfen, etwas zackigen Rand und dient zum Ansatz einiger Fasern der Mm. pectoralis minor und coracobrachialis. Seine Breite beträgt etwa $^1/_5$ der größten Breite des Coracoids, er ist also relativ klein. Das untere Ende des Coracoids trägt eine als Gelenkfläche ausgebildete Crista, welche keinen Knorpelüberzug besitzt, konvex gestaltet ist und in eine entsprechende Konkavität des Sternums paßt. Die beiden basalen Fortsätze nehmen jedoch nicht an der Bildung der Gelenkfläche teil.

Die Scapula (Fig. 4) ist ebenfalls durch ihre eigenartige Form vor der anderer Vögel ausgezeichnet. Ihre Länge und Dicke ist zwar nicht ungewöhnlich, dagegen übertrifft sie an Breite alle übrigen Vogelgattungen. Das Verhältnis ihrer größten Breite zu ihrer größten Länge beträgt etwa 1 : 3,5. Mit diesem Verhältnis stehen die Sphenisciden, wie aus Tabelle XIII des Fürbringerschen Werkes hervorgeht, einzig da. Dadurch verliert der Knochen seine sonst charakteristische schwertförmige Gestalt. Die Längsachse der Scapula verläuft derjenigen der Wirbelsäule fast parallel; ihr hinteres Ende ist dicht vor dem Vorderende des Os ileum gelegen. Die breiteste Stelle der Scapula befindet sich in der Nähe des hinteren Endes.

Am vorderen Ende ist die Scapula am stärksten, da sie sich hier mit dem Coracoid und der Clavicula verbindet und an der Bildung der Schultergelenkgrube teilnimmt. Das Vorderende besitzt zwei Fortsätze, welche durch eine kleine Incisur voneinander getrennt sind. Der größere von diesen bildet eine Fortsetzung des ventralen Randes, ragt weit über diesen hinaus und zeigt in seiner

Mitte eine kleine Delle, wodurch der Fortsatz nochmals in zwei Teile zerfällt. Der obere kugelige Teil legt sich in eine entsprechende Grube des Coracoids ein, während sich der untere an den lateralen Rand des Coracoids anlegt. Dieser Fortsatz bildet mit dem anliegenden Teile des Coracoids die knöcherne Schultergelenkgrube, an welcher sich die Scapula etwa zu einem Drittel, das Coracoid zu zwei Drittel beteiligt. Der zweite Fortsatz, welcher den gewöhnlich als Acromion aufgefaßten Teil der Scapula darstellt, besitzt auf seiner Außenseite eine rundliche rauhe Fläche, auf welche sich das hintere Ende der Clavicula breit auflegt. Außerdem grenzt das Acromion noch an das obere Ende des Proc. medialis anterior des Coracoids, so daß an dieser Stelle die drei Schulterknochen zusammenstoßen.

Das hintere Ende der Scapula bildet eine geradlinige Fortsetzung des mittleren Teiles; es ist, wie oben erwähnt, sehr breit und außerordentlich dünn. Dadurch kann man bei Eudyptes neben einem dorsalen und ventralen Rande noch einen hinteren Rand an der Scapula unterscheiden, was bei den meisten Vögeln nicht der Fall ist. Dieser hintere Rand bildet mit den beiden anderen Rändern abgerundete Winkel (in der Abbildung von Watson sind diese Winkel etwas zugespitzt). Der dorsale scharfe Rand reicht bedeutend weiter nach hinten als der ventrale Rand und verläuft in einem nach der Wirbelsäule zu konvexem Bogen bis zum vorderen Drittel des Knochens, um hier stumpf zu werden und in einem schwach konkaven Bogen im Acromion zu verstreichen. Der ventrale Rand ist ebenfalls in seinem hinteren Bereiche scharf, mehr nach vorn zu abgestumpft; er verläuft in einem gleichmäßig ventral konkaven Bogen vom hinteren Rande aus zum Vorderende der Scapula. Infolge dieses Verlaufes der Ränder wird die Scapula in ihrem vorderen Drittel bedeutend verschmälert, wodurch eine sehr deutliche Abgrenzung einer Basis scapulae von einem Collum scapulae hervorgerufen wird.

Die Außenfläche zeigt zwei sehr stark ausgebildete Muskellinien in Gestalt von zwei hervorspringenden abgerundeten Leisten. Die eine zieht sich, vom dorsalen Rande aus an der Grenze der Basis scapulae beginnend, schräg proximo-ventralwärts, um am ventralen Rande des Collum zu verstreichen. Mit ihr vereinigt sich eine weiter hinten auf der Basis entspringende Leiste, welche längs des ventralen Randes verläuft. Ferner zeigt die Dorsalfläche im Bereiche der Basis mehrere schwache Eindrücke zum

Ansatz von Muskelfasern. Die Innenfläche der Scapula weist keine Besonderheiten auf, da sie vollkommen eben ist.

Die größte Breite der Scapula wird von Watson für Eudyptes chrysocome auf 2,9 cm angegeben. Bei dem von mir untersuchten Exemplare betrug die größte Breite 3,3 cm.

An der Clavicula (Fig. 5) kann man einen subcoracoidalen, einen acrocoracoidalen und einen stark ausgebildeten supracoracoidalen Abschnitt unterscheiden. Die Clavicula ist mit Coracoid und Scapula fest verbunden, indem sie sich an das Acrocoracoid und Acromion direkt anlehnt. Der Abstand von dem Proc. lateralis anterior des Coracoids beträgt etwa 0,2 cm. Das distale, sich mit der gegenüberliegenden Clavicula zur Furcula vereinigende Ende ist von der Crista sterni sehr weit, nach meinem Befunde 1,7 cm entfernt. Im allgemeinen besitzt die Clavicula die Eigenschaften, welche für die guten Flieger charakteristisch sind. Die Spannung der Furcula ist eine relativ hohe, wie aus Fürbringers Tabelle XVII hervorgeht. Die Vereinigung beider Claviculae zur Furcula geschieht in einem abgerundeten Winkel, so daß die Furcula keine V-förmige, sondern eine mehr parabolische Gestalt erhält. Die Frontalkrümmung der Clavicula ist sehr undeutlich, indem sich im subcoracoidalen Teile eine schwache median konkave, im supracoracoidalen Teile eine median konvexe Krümmung geltend macht, so daß eine, wenn auch nur sehr wenig angedeutete S-förmige Biegung entsteht. Sehr stark ist dagegen die Sagittalkrümmung, da der supracoracoidale Teil in einem Winkel von etwa 120° abgebogen ist. Durch diese starke Krümmung wird der coracoclaviculare Zwischenraum und damit die Membrana sternocoracoclavicularis bedeutend vergrößert, was wiederum mit der starken Entwickelung des M. supracoracoideus zusammenhängt. Endlich tritt die für die Carinaten charakteristische seitliche Kompression der Clavicula hier in hohem Maße hervor, sie ist so stark, daß die Claviculae noch als Kiele wirken können und gewissermaßen die gegabelte Fortsetzung des Brustbeinkieles bilden. Dadurch erhält die Clavicula nach Trennung von den übrigen Schulterknochen etwa die Form einer Sense, wobei der subcoracoidale Teil den Sensenbogen, der supracoracoidale einen Teil des Stieles darstellt.

Infolge ihrer seitlichen Kompression kann man an der Clavicula von Eudyptes zwei deutliche Flächen, eine coracopectorale und eine cervicale unterscheiden. Die erstere lehnt sich in ihrem acrocoracoidalen Teile an das Acrocoracoid an; die Verbindungs-

stelle ist rauh, etwas konkav, zeigt keinen Knorpelüberzug und liegt unmittelbar hinter einem starken Vorsprung, welcher die höchste Stelle der Clavicula und gewissermaßen eine Fortsetzung des Acrocoracoids bildet. Der Vorsprung ist rauh und dient zum Ansatz des Tensor patagii longus. Unterhalb dieses Vorsprunges ist die coracopectorale Fläche zum Ansatz des großen Brustmuskels ausgehöhlt. In ihrem distalen Teile wird die Clavicula bedeutend schmäler, und die oben abgeplattete Form geht nach unten allmählich in eine ungefähr dreiseitige über. Nach Fürbringer soll die Clavicula an ihrem distalen Ende rund sein. Im supracoracoidalen Teile ist die Innenfläche vollkommen glatt und beteiligt sich an der Bildung des Foramen triosseum. Nur an ihrem proximalen Ende, welches sich etwas verjüngt, weist sie eine Rauhigkeit auf, mit der sie sich an das Acromion der Scapula anlegt.

Die cervikale Fläche ist beinahe ganz glatt, nur der acrocoracoidale Teil besitzt eine starke Vertiefung, an der sich Fasern der axialen Halsmuskulatur ansetzen.

Die Verbindung der beiden Claviculae zur Furcula geschieht durch einen starken, im rechten Winkel zur Clavicula abgebogenen Proc. interclavicularis. Diese Verbindungsbrücke liegt genau in der Frontalebene des Körpers, sie ist weder dorsalwärts, noch ventralwärts gerichtet; an ihr setzt das Lig. cristo-claviculare an.

Nach Watson soll die Verbindung der beiden Claviculae in einem scharfen Winkel erfolgen.

Von Interesse dürften noch die Verbindungen der Schulterknochen untereinander sein. Das Coracoid ist mit der Scapula zur Bildung der Schultergelenkgrube durch eine Symphysis vereinigt, wie dies bei allen Carinaten vorkommt. Die Beweglichkeit zwischen beiden Knochen ist eine relativ ausgiebige, das Maximum beträgt etwa 30°. Im Ruhezustande beträgt der coracoscapulare Winkel 60°, Maße, welche den besseren Fliegern zukommen.

Die Clavicula verbindet sich, wie bereits erwähnt wurde, mit dem Acrocoracoid, der Scapula und dem Proc. lateralis anterior des Coracoids. Die Verbindung mit dem Acrocoracoid ist eine Gelenkverbindung, welche jedoch nur eine sehr geringe Beweglichkeit zuläßt. Das Ligament, welches die Clavicula mit dem Acrocoracoid vereinigt, wird durch Fasern, welche vom oberen Rande des ganzen supracoracoidalen Teiles entspringen, erheblich verbreitert. Dadurch wird das sehr große Foramen triosseum in seiner Weite bedeutend reduziert. Die Vereinigung der Clavicula

mit dem Acromion der Scapula ist wiederum eine Symphyse. Das verbindende Ligament ist sehr kurz; etwas länger ist dasjenige, welches das hintere Ende der Clavicula mit dem Proc. lateralis anterior des Coracoids vereinigt, da hier beide Knochen ein wenig voneinander abstehen. Die Verbindung des distalen Endes des Coracoids mit dem Sternum ist ebenfalls gelenkig und gestattet eine ausgiebige Dorsal- und Ventralbewegung, dagegen nur geringe seitliche Verschiebung. Besonders hervorzuheben sind an diesem Gelenke die sehr starke Gelenkkapsel und die kräftigen, median miteinander verflochtenen inneren Verstärkungsbänder.

Die Schultergelenkgrube stellt eine längliche Einsenkung dar, deren Längsachse mit derjenigen der Scapula zusammenfällt. Ihr Längsdurchmesser ist weit stärker konkav als ihr Querdurchmesser. Sie ist mit einem starken Ueberzuge von Faserknorpel bedeckt, welcher an beiden Seiten der Grube in zwei scharfrandigen Wülsten endet, dem Labrum glenoidale scapulare und coracoideum. Nach oben und unten verflacht sich der Knorpelüberzug ohne Wulstbildung. Er setzt sich, an Dicke abnehmend, nach dem Acrocoracoid zu fort und bedeckt den ganzen dorsalen Teil desselben, um hier ein elastisches Widerlager für die Sehne des M. supracoracoideus zu bilden. Die Längsachse der Gelenkgrube ist relativ sehr kurz, sie beträgt nach meiner Messung nur $^1/_7$ der Länge des Coracoids, was wir sonst nur bei schlechten Fliegern vorfinden. Diese Verkürzung ist wahrscheinlich eine Folge der eigenartigen Schraubenbewegung der Vorderextremität, da eine große Gelenkgrube den Humeruskopf nicht genügend fixieren würde.

Der Schultergürtel von Eudyptes, in toto betrachtet, bildet demnach ein sehr kräftiges, widerstandsfähiges Gerüst, welches sich im Verhältnis zu anderen Vögeln durch seine bedeutende Breite und geringe Länge auszeichnet. Ferner sind die Muskelfortsäte und Leisten an allen 3 Knochen ungewöhnlich stark ausgebildet. Alle diese Eigenschaften sind wohl darauf zurückzuführen, daß für die Bewegung im Wasser eine stärkere Schultermuskulatur und damit auch ein kräftiger entwickeltes Knochengerüst als bei der Bewegung in der Luft erforderlich ist.

Aus diesem Grunde mögen sich auch die etwas reptilienähnlichen Charaktere des Schultergürtels, welcher in gewisser Hinsicht an den der Krokodile und Schildkröten erinnert, herausgebildet haben.

Der Flügel.

Der Humerus (Fig. 6 u. 7 H) zeichnet sich, wie sämtliche Knochen der Vorderextremität, besonders durch seine kurze und abgeplattete Form aus. Diese Abplattung betrifft jedoch nicht den Humerus in seiner ganzen Ausdehnung, da das proximale Ende seine charakteristische kolbige Form beibehält. Dies bewirken die zahlreich hier ansetzenden starken Muskeln, welche durch ihren peripheren Zug eine Abplattung verhindern. Der Humerus weist nur eine geringe medio-laterale Krümmung auf, indem der radiale Rand schwach konvex, der ulnare ein wenig konkav geformt ist. Eine Dorsoventralkrümmung findet sich nur im proximalen Abschnitte und fehlt im distalen. Der Grund hierfür dürfte wohl ebenfalls darin zu suchen sein, daß die am distalen Abschnitte ansetzende Muskulatur zu schwach ist, um eine Krümmung dieses Teiles herbeiführen zu können.

Der Gelenkkopf des Humerus hat eine annähernd ellipsoide Gestalt, ist jedoch medial beträchtlich breiter als lateral und hängt außen etwas über die Schultergelenkgrube heraus. Er liegt mit dem Mittelstück des Humerus nicht in einer Ebene, sondern ist von diesem in einem Winkel von etwa 30° nach innen abgebogen. Seine Längsachse steht im rechten Winkel zu der des Humerus und ist ungefähr doppelt so lang wie die Querachse. Der Gelenkkopf liegt so in der Gelenkgrube, daß seine kurze Achse der Längsachse der Pfanne entspricht. Die Gelenkfläche weist nur einen sehr dünnen Ueberzug von hyalinem Knorpel auf ohne Einlagerung von elastischen Elementen, wie sie in der Gelenkpfanne vorkommen. Der Gelenkkopf ist auf der Innenseite und medialwärts sehr scharf durch eine Rinne, die Incisura collaris, vom Körper des Humerus abgegrenzt.

Lateral vom Caput humeri findet sich, nur durch eine kleine Vertiefung von diesem geschieden, ein Vorsprung, das Tuberculum laterale, welches nur schwach ausgebildet ist und ohne Abgrenzung in eine längs des lateralen Randes verlaufende Leiste, die Crista lateralis, übergeht. Dieselbe beträgt etwa $^3/_{10}$ der gesamten Humeruslänge. Die Crista lateralis, deren freier Rand nach innen gerichtet ist, zeigt in ihrer ganzen Ausdehnung eine gleichmäßige Stärke und Höhe. Von dem Humerusschafte ist sie medial durch eine ziemlich tiefe Grube getrennt, während sie distalwärts ohne scharfe Abgrenzung in den medialen Rand des Humerus übergeht. Medial vom Gelenkkopf trifft man auf den stark ausgebildeten

Proc. medialis, welcher durch die Incisura collaris von dem Gelenkkopfe getrennt ist. Derselbe besitzt zwei kleine Hervorragungen, die Tubercula medialia, hinter welchen sich eine große Grube, die enorm entwickelte Fossa pneumatica findet. Die Ränder der Grube sind zugeschärft und dadurch, daß die Grube sich nach innen noch mehr erweitert, erscheint dieser Teil des Humerus auf seiner Innenfläche stark aufgetrieben. Die Grube erreicht eine bedeutende Tiefe und erstreckt sich bis in das Caput articulare hinein. Im Inneren erhebt sich an der dem Humeruskörper zugekehrten Wand eine kleine Leiste. Da der Humerus beim Pinguin apneumatisch ist, so hat die Grube hier ihre eigentliche Bedeutung verloren und besitzt keine Foramina pneumatica. Sie dient einem Teile des M. triceps als Ansatzpunkt und wird daher von Watson als Fossa tricipitalis bezeichnet. Ihre Ränder gehen in zwei schwache abgestumpfte Leisten, die Cristae mediales über. Diese haben die gleiche Länge wie die Crista lateralis, konvergieren distalwärts und verstreichen vereinigt in dem medialen Rande des Humerusschaftes. Die Fläche zwischen Tuberc. mediale und laterale weist auf der Außenseite eine längliche Vertiefung auf, in welcher die starke Sehne des M. supracoracoideus inseriert.

Das Mittelstück des Humerus zeigt keine besonderen Merkmale. Dasselbe ist stark komprimiert, weshalb man an ihm zwei seitliche Ränder unterscheiden kann. Die Außen- und Innenfläche des Mittelstückes sind fast vollkommen glatt, nur die Innenfläche besitzt in ihrem distalen Bereiche eine flache, schräg nach abwärts verlaufende Furche.

Am distalen Abschnitte, besonders an dessen Gelenkflächen, machen sich bereits jene Eigentümlichkeiten geltend, welche auch alle anderen Knochen des Flügels infolge der Umbildung zu einem Ruder betroffen haben. Da die Beweglichkeit der einzelnen Knochen untereinander eine sehr beschränkte ist, so ist auch die Funktion der Gelenke und damit die Ausbildung der Gelenkenden stark reduziert. Daher unterbleibt die für andere Vögel charakteristische Verdickung des unteren Humerusendes, indem der Knochen auch hier seine platte Form bewahrt. Es finden sich zwei schwach konvexe Gelenkflächen, die Trochlea radialis und ulnaris, welche mit Radius und Ulna artikulieren. Sie haben beide annähernd gleiche Größe und sind innen durch eine schmale Furche von einander getrennt, während sie außen ineinander übergehen. Das Ellbogengelenk hat infolge dieser einfachen Form

der Gelenkenden nur die Funktion eines Charnier- und Schiebegelenkes, während die Dreh- und Schraubenbewegung fortfällt.

Proximal von den Gelenkflächen befinden sich besonders auf der Innenseite, einige kleine Erhebungen, die Epicondylen des Humerus, an denen die straffen Bänder des Ellbogengelenkes und einige Streck- und Beugemuskeln des Vorderarmes (Flexor carpi ulnaris und Extensor metacarpi radialis) ansetzen. Der laterale Rand zeigt über dem Gelenkende eine leichte Einsenkung, welche bis zur Trochlea radialis reicht, als Fovea supratrochlearis bezeichnet wird und dem M. brachialis internus zum Ansatz dient. Der mediale Rand ist gegenüber dem lateralen distalwärts weit verlängert und bildet mit der Gelenkfläche einen spitzen Winkel. An dieser Spitze ist der Rand durch zwei starke Furchen, die Sulci supratrochleares anconaei eingekerbt, von denen die äußere tiefer als die innere ist. Sie dienen zur Aufnahme der Sesambeine, und teilweise auch der beiden Endsehnen des M. triceps. Filhol gibt die Länge des Humerus auf 6,5 cm an, während ich nur eine Länge von 6,0 cm feststellen konnte.

Die beiden Vorderarmknochen, Ulna und Radius, sind in demselben Verhältnis wie der Humerus verkürzt, zeigen jedoch ebenfalls eine starke Ausbildung. Besonders ist dies beim Radius der Fall, welcher, sonst meist bedeutend schwächer als die Ulna, dieser an Stärke fast gleichkommt. Sie sind, wie alle Knochen der Extremität, stark abgeplattet, so daß sich ihr Querdurchmesser zum Seitendurchmesser wie 0,4 zu 1,0 verhält. Radius und Ulna liegen mit ihren beiden Enden, jederseits etwa $^1/_7$ ihrer ganzen Länge, einander an. Die Krümmung beider Vorderarmknochen ist nur gering, und zwar ist der Radius sehr schwach nach außen konvex gebogen. Eine Krümmung der Ulna in entgegengesetzter Richtung, welche von Menzbier erwähnt ist, konnte ich nicht bemerken.

Die Ulna (Fig. 6 und 7 U.) hat eine unregelmäßig fünfseitige Form, welche durch die Abplattung des Knochens und die damit zusammenhängende eigentümliche Ausbilduug des Olecranon hervorgerufen wird. An der Gelenkfläche für den Humerus kann man keinen knöchernen Vorsprung wie bei anderen Vögeln erkennen, sondern das proximale Ende ist an dieser Stelle nur ein wenig verdickt. Die Gelenkfläche ist annähernd vierseitig und entsprechend der Trochlea ulnaris des Humerus etwas konkav. Im rechten Winkel zu ihr verläuft am radialen Rande eine schmale, schwach konkave Gelenkfläche, welche mit dem proximalen Teile des Radius artikuliert und mit ihm das für die Vögel

typische Schiebegelenk des Vorderarmes bildet. Das Bewegungsvermögen dieses Gelenkes ist im Verhältnis zu der sonst geringen Beweglichkeit der Flügelknochen ein ausgiebiges. Der mittlere Teil der Ulna verschmälert sich distalwärts beträchtlich. Der dem Radius gegenüberliegende Rand ist abgestumpft, der äußere dagegen ist scharf, da sich hier der Knochen erheblich verdünnt. Dieser verdünnte Teil stellt das Olecranon dar, welches von dem eigentlichen Körper der Ulna durch eine auf der Außenseite des Knochens verlaufende Vertiefung abgegrenzt ist. Dadurch kann man deutlich die länglich dreiseitige Form des Olecranons erkennen, welches $^2/_3$ der Ulnalänge erreicht. Das distale Ende der Ulna besitzt größere Aehnlichkeit mit dem anderer Vögel als das proximale. Es wird durch eine Furche in zwei Gelenkflächen geteilt, von denen die innere radiale kolbig gestaltet ist, während die äußere nur wenig konvex ist. An letztere lehnt sich die konkave Gelenkfläche des Carpale ulnare an, welches sich auch in die Furche zwischen beiden Gelenkflächen hineinlegt. An die andere reicht ein Teil der Gelenkfläche der Metacarpalia, außerdem aber noch ein Teil des Carpale radiale. Die am radialen Rande des proximalen Ulnaendes befindliche Gelenkfläche für den Radius ist nur undeutlich ausgebildet. Die größte Breite der Ulna wird von Watson auf 1,3 cm angegeben; meine Messung ergab dagegen eine größte Breite von 1,6 cm.

Der Radius (Fig. 6 und 7 R) ist etwas schmaler als die Ulna, besitzt aber gleiche Dicke und Länge. Die proximale Gelenkfläche ist derjenigen der Ulna in Form und Größe sehr ähnlich. Der ulnare stumpfe Rand des Radius ist schwach konkav und zeigt an seinem ebenfalls verdickten proximalen Ende eine längliche konvexe Gelenkfläche zur Artikulation mit der Ulna. Am proximalen Ende finden sich auf der Innen- wie auch auf der Außenfläche einige Erhebungen zum Ansatz der Bänder des Ellbogengelenkes. Ferner zeigt der Radius hier eine starke Ausbuchtung in Gestalt eines Viertelkreises, welcher sich in einem scharfen Winkel vom äußeren Rande absetzt. Es ist dies die bei anderen Vögeln nur schwach angedeutete, hier aber sehr stark ausgebildete Impressio brachialis inferioris, die Ansatzstelle für den M. brachialis internus. Der äußere, vollkommen gradlinig verlaufende Rand ist sehr scharf und von dem Körper des Radius durch eine, dem Rande in seiner ganzen Länge parallel verlaufende Furche deutlich abgesetzt; in diese legt sich die Sehne des M. extensor metac. rad. longus hinein. Auf der Außenfläche

des Radius findet sich noch eine schräg verlaufende Furche, für die Sehne des Extensor indicis proprius.

Die distale Gelenkfläche des Radius ist dadurch, daß dieselbe nur mit dem Carpale radiale artikuliert, einfacher als die entsprechende der Ulna gestaltet. Sie ist länglich, nur wenig konvex und besitzt in der Mitte einen kleinen Eindruck. Sie geht nach dem ulnaren Rande zu in eine schmale Gelenkfacette über, welche sich in eine Vertiefung der Ulna einlegt.

Der Carpus, welcher sich, wie bei allen Vögeln, aus zwei Stücken, dem Carpale radiale und ulnare, zusammensetzt, ist als Zwischenstück zwischen Ulna und Radius einerseits und dem Metacarpus andererseits so fest eingeschaltet, daß eine freiere Bewegung dieser Knochen unmöglich wird. Bei dem von mir untersuchten Eudyptes fand ich die beiden Carpalknochen nicht vollkommen voneinander getrennt, sondern beide hingen auf der Außenseite durch eine sehr feine Knochenbrücke zusammen. Nach der Innenfläche zu entfernen sie sich voneinander und fassen den inneren kolbigen Gelenkfortsatz der Ulna zwischen sich. Dieser wichtige Befund, welcher wohl als eine noch weiter gediehene Reduktion der carpalen Elemente zu erklären ist, ist in der Literatur nirgends erwähnt; ich werde hierauf noch später näher einzugehen haben.

Das Carpale radiale (Fig. 6 u. 7 *r*) bildet eine direkte Fortsetzung des Radius, indem es diesem an Breite und Stärke genau gleichkommt. Es verschmälert sich etwas vom radialen nach dem ulnaren Rande zu, läßt also die von Watson angegebene Würfelgestalt vermissen. Man kann drei konkave Gelenkflächen an ihm erkennen; proximal eine stark ausgehöhlte für den Radius, distal eine etwas weniger konkave für den Metacarpus und ulnarwärts eine solche für die Ulna; diese letztere Gelenkfläche, sowie deren Artikulation mit der Ulna ist von Watson nicht erwähnt. An der ulnaren distalen Ecke besitzt das Carpale radiale einen dünnen Fortsatz, durch welchen es mit der nach innen gerichteten Spitze des Carpale ulnare verbunden ist.

Das Carpale ulnare (Fig. 6 u. 7 *u*) hat ungefähr die Form eines Dreiecks, dessen basale Ecken zipfelförmig ausgezogen sind. Die Spitze des Dreiecks ist gegen das Carpale radiale gerichtet, während die Basis ulnarwärts weit über das Niveau der anderen Knochen des Flügels hinausragt. Soweit das Carpale ulnare von der Ulna und dem Metacarpus umgeben ist, besitzt es die gleiche Stärke wie diese Knochen; der frei hinausragende Teil ist jedoch stark verdünnt. An der Spitze sind zwei Gelenkflächen zu er-

kennen, von denen die eine mit der Ulna artikuliert und durch eine vorspringende Kante in zwei Hälften geteilt ist, die andere, gleichfalls unregelmäßig gestaltete, sich an den Metacarpus anlegt. Von den Rändern des Carpale ulnare ist der proximale und ulnare konkav, der distale dagegen etwas vorgewölbt.

Die Metacarpalia bilden bei Eudyptes chrysocome nur ein einziges festes Knochenstück. Auf den ersten Blick erscheint dasselbe nur aus zwei Knochen zusammengesetzt, besteht jedoch aus den bei der Entwickelung noch ausführlich zu beschreibenden Carpalia distalia und den drei Metacarpalia. Die Metacarpalia II und III sind im mittleren Abschnitte durch einen länglichen, schmalen Spalt voneinander getrennt, während das Metacarpale I, wie bereits Watson und Gervais und Alix berichten, mit dem Metacarpale II vollkommen verwachsen ist. Eine auf der Außenseite, nahe dem radialen Rande schräg bis zur Mitte des Knochens verlaufende Furche deutet noch die ursprüngliche Trennung beider Knochen an. Weitere Anzeichen hierfür fand ich auch auf der Außenseite in Gestalt einiger kleiner punktförmiger Gruben. Das proximale Ende des Metacarpus ist halbkreisförmig und besitzt eine das ganze Ende einnehmende Gelenkfläche, welche mit den beiden Carpalia und der Ulna artikuliert. In ihrem ulnaren Bereiche zeigt die Gelenkfläche eine ziemlich tiefe Längsfurche. An dem proximalen einheitlichen Teile findet sich auf der Innenfläche noch eine starke Einbuchtung, welche die Verwachsungsstelle der bei der Entwickelung noch selbständigen distalen Carpusreihe mit dem Metacarpus andeutet. Die für andere Vögel charakteristische bogenförmige Krümmung der Metacarpalia II und III ist hier gar nicht angedeutet, sondern beide Knochen haben einen geradlinigen Verlauf.

Das verschmolzene Metacarpale I und II (Fig. 6 u. 7 *mc I + II*) hat die dreifache Breite des Metacarpale III. Es zeigt auf seiner Innenseite eine längs des radialen Randes verlaufende Furche zur Aufnahme der Sehne des M. abductor digiti secundi. Der radiale und ulnare Rand sind abgestumpft. Proximal ist eine Trennungsfurche von dem Metacarpale III nicht mehr zu erkennen, dagegen ist am distalen Ende die Trennung durch eine Fissur auf der Außenfläche angedeutet. Die distale konkave Gelenkfläche für die erste Phalanx des zweiten Fingers nimmt nicht die ganze Breite des Knochens ein.

Das Metacarpale III (*mc III*) ist, wie bei allen Vögeln, erheblich schwächer als das zweite und reicht weiter distalwärts als

dieses, zugleich an Breite etwas zunehmend. Es ist vollkommen glatt, seine beiden Ränder sind abgestumpft. Durch den geradlinigen Verlauf des Metacarpale III ist der sonst breite Zwischenraum zwischen beiden Metacarpalia auf einen schmalen Spalt reduziert worden.

Ueber die Phalangen ist wenig zu sagen. Es sind infolge der Verwachsung der Metacarpalia I und II nur 2 Finger ausgebildet. Spuren von Fingergliedern lassen sich am Metacarpale I nicht nachweisen. Da die beiden ausgebildeten Finger von den Metacarpalia II und III getragen werden, so kann man sie auch nur als 2. und 3. Finger auffassen. Die Zahl ihrer Phalangenglieder ist die bei den Vögeln übliche, indem sich der 2. Finger aus zwei, der 3. nur aus einer Phalanx aufbaut. Da die Phalangen ebenfalls stark abgeplattet sind, so ist kein Zwischenraum zwischen dem 2. und 3. Finger vorhanden. Die Grundphalanx des 2. Fingers hat etwa viereckige Gestalt; die beiden anderen Phalangen sind dagegen distal zugespitzt. Die Gelenkflächen sind so geformt, daß die Beweglichkeit der Finger fast ganz aufgehoben wird. Auch sind die Gelenkenden etwas abgeschrägt, so daß der ganze distale Flügelabschnitt ulnarwärts gerichtet wird. Die Flächen der Phalangen zeigen einige kleine Rauhigkeiten zum Ansatz der Streck- und Beugemuskeln der Finger. Die Endphalanx des 2. Fingers ist an ihrem distalen Ende doppelt zugespitzt, so daß sie eine dolchförmige Gestalt erhält. Die Phalanx des 3. Fingers nimmt distalwärts an Breite allmählich ab und endet in einer abgestumpften Spitze. Sie ist etwas länger als die I. Phalanx des 2. Fingers, weshalb ihre Spitze bis an das zweite Drittel der Endphalanx des 2. Fingers reicht. An der Basis zeigt sie am ulnaren Rande einen Vorsprung, welcher von der Gelenkfläche durch einen Einschnitt getrennt ist. Dadurch wird diese Phalanx an ihrer Basis etwas breiter als das distale Ende des III. Metacarpale.

Die Länge der Grundphalanx des 2. Fingers wird von Watson auf 2,7 cm, die Breite auf 1,3 cm angegeben. Ich fand dagegen nur eine Länge von 2,4 cm und eine Breite von 1 cm.

Der Flügel von Eudyptes chrysocome stellt also, als Ganzes betrachtet, gemäß seiner Aufgabe, als ein Ruder bei der Bewegung im Wasser zu dienen, ein mechanisch einheitliches Gebilde dar. Eine Folge dieser Funktion ist die bedeutende Verkürzung und Verbreiterung sämtlicher Knochen des Flügels. Die Verkürzung ist im Verhältnis zur Körperlänge des Tieres eine sehr beträcht-

liche, indem bei anderen Vögeln (auch Archaeopteryx) die relative Länge des Flügels fast die doppelte ist. Der anatomische Bau aller Knochen zielt darauf hin, den Flügel möglichst unbeweglich zu gestalten. Auch die Form der Gelenke macht die Beweglichkeit der einzelnen Abschnitte des Flügels zu einer äußerst beschränkten. Als eine diesem Zwecke dienende Erscheinung ist auch die beginnende Verschmelzung der beiden Carpalia anzusehen, welche sich sonst bei den Vögeln nie vorfindet.

Wir sehen also aus allen diesen Merkmalen, daß der Flügel einen reduzierten vereinfachten Vogelflügel darstellt. In welcher Weise diese Reduktion zu stande kommt, werde ich bei der Entwickelung noch näher auseinandersetzen.

Die Muskulatur.

Die Schultermuskeln.

Bei der Beschreibung der Muskulatur werde ich nur diejenigen Muskeln berücksichtigen, welche zur Vorderextremität in direkte Beziehung treten und die Bewegung derselben vermitteln.

Die Schultermuskeln erreichen bei Eudyptes, entsprechend der energischen Bewegung der Vorderextremität, eine hohe Ausbildung, ebenso wie wir dies bei den Knochen, an denen sie ansetzen, gesehen haben. Im ventralen Bereiche des Schultergelenkes finden wir, unter der starken Fettschicht gelegen, den M. pectoralis major, welcher an Stärke dem der besten Flieger gleichkommt. Er setzt sich aus mehreren Abschnitten zusammen, von denen der oberste am vorderen Rande der Clavicula und einem Teile der Membrana sterno-coraco-clavicularis ansetzt. Diese Faserzüge, welche teilweise zur Bildung des Tensor patagii longus beitragen, verlaufen nach abwärts. Die von Reid erwähnte Insertion am Coracoid konnte ich nicht auffinden. Der auf diesen folgende Hauptabschnitt des Muskels inseriert an der ganzen Länge des Brustbeinkieles und an der Fascie, welche den Pectoralis major von dem unter ihm liegenden Supracoracoideus trennt; diese Fasern verlaufen zumeist in gerader Richtung nach dem Humerus. Der hinterste Abschnitt entspringt von der hinteren Brustbeinfläche und von der Fascie des Obliquus abdominis. Diese letztere Ursprungsstelle wurde auch von Gervais und Alix beschrieben, von Watson jedoch nicht erwähnt. Die Fasern dieses Abschnittes verlaufen in schräg aufsteigender Richtung und grenzen

dorsalwärts an den M. infraspinatus und an die Serrati an. Sämtliche Faserzüge des Muskels konvergieren nach dem proximalen Teile des Humerus zu und inserieren an der Crista lateralis. Der oberste Abschnitt des Muskels wird von einer Aponeurose bedeckt, welche sich über die Ansatzstelle des Muskels hinaus noch auf einen Teil des Flügels fortsetzt. Die Dicke des Pectoralis major beträgt im oberen Teile ca. 2 cm.

Der unter dem Petoralis major liegende, gewöhnlich als Supracoracoideus (Fig. 8 *Sprc*), von Watson als Pectoralis medius bezeichnete Muskel zeigt eine relativ noch stärkere Entwickelung als der große Brustmuskel. Diese starke Ausbildung ist dadurch bedingt, daß der Muskel als Emporzieher des Flügels bei der Ruderbewegung im Wasser eine weit größere Arbeit als in der Luft zu leisten hat. Der Muskel hat eine dreieckige Form, entspringt von dem tieferen Teile der Membrana sterno-coracoclavicularis, dem vorderen Rande und der äußeren Fläche des Brustbeines, vom Brustbeinkiele und teilweise auch vom Coracoid. Nach Gervais und Alix soll er auch von der Clavicula entspringen, was ich jedoch nicht bestätigt fand. Der von der Membr. sterno-coraco-clavicularis entspringende Abschnitt wird durch eine starke, der Faserrichtung des Muskels parallel verlaufende Fascie von der übrigen Muskelmasse geschieden. Von Gervais und Alix wird danach der Muskel in einen Hauptteil und einen accessorischen Teil eingeteilt. Eine doppelte Fiederung des Muskels, welche sonst häufig vorkommt, ist hier nicht wahrzunehmen, da von der trennenden Fascie keine Fasern ausgehen. Die gesamte Muskelmasse vereinigt sich in der Nähe der Coracoclavicularverbindung zu einer sehr starken Endsehne, welche sich durch das Foramen triosseum hindurchschiebt und sich in einer Grube auf der Außenfläche des Humerus zwischen Proc. lateralis und medialis ansetzt. Die erwähnte mittlere Fascie setzt sich in die Endsehne hinein fort.

Der Muskel wird in seiner ganzen Ausdehnung (mit Ausnahme der Endsehne) von dem Pectoralis major überdeckt. Die Faserzüge beider Muskeln verlaufen im unteren Teile fast parallel, im vorderen Teile, wo der Supracoracoideus den Sterno coracoclavicularraum ausfüllt, divergieren sie derart, daß sie in der Nähe des Schultergelenkes fast rechtwinklig aufeinander stoßen. Hier erreicht der Muskel eine Dicke von ca. $2^1/_2$ cm.

Nach Entfernung des Supracoracoideus werden die den Schultergürtel aufbauenden Knochen sichtbar. Das Sternum liegt

jetzt in ganzer Ausdehnung frei, ebenso der subcoracoidale Teil der Clavicula und die äußere Fläche des Coracoids. Von dem lateralen Rande des Coracoids und von dem oberen Teile des Sternum sieht man jetzt noch zwei ansehnliche Muskeln nach dem Humerus hin verstreichen. Es sind dies die Mm. coracobrachiales, welche hier etwas weiter unten als bei anderen Vögeln gelegen sind. Der vordere (Fig. 8 *Cb*) entspringt vom lateralen Rande und von der inneren konkaven Fläche des Coracoids, mit einigen Fasern auch von der Innenfläche des Brustbeines. Der kräftige Muskel hat ovale Gestalt und vereinigt sich kurz vor dem Humerus mit dem M. subscapularis und supraspinatus zu einer gemeinsamen Endsehne, welche auf der Innenfläche des Humerus am Rande des Foramen pneumaticum inseriert. Der hintere, von Watson als Pectoralis minor (Fig. 8 *P. m.*) bezeichnet, liegt etwas oberflächlicher und entspringt vom Proc. lateralis des Coracoids und zum Teil auch vom lateralen Rande des Brustbeines. Einen Ursprung von dem Sterno-coracalgelenk, wie ihn Watson beschreibt, konnte ich nicht finden. Er verläuft dem vorderen Muskel parallel und inseriert mit einer Sehne an der Außenfläche des Humerus, ebenfalls am Rande des Foramen pneumaticum. Vom Pectoralis major wird er hier durch eine Fettlage getrennt.

Mit dem Coracobrachialis fast parallel verläuft weiter proximal der M. subscapularis, welcher jedoch infolge seines Ursprunges von der Innenfläche des Halses der Scapula bedeutend tiefer zu liegen kommt. Er ist beim Pinguin kleiner als bei anderen Vögeln, da seine Insertion sich nur auf $^1/_5$ der Scapulalänge erstreckt. Trotz seiner geringen Stärke bezeichnen Gervais und Alix den Coracobrachialis nur als einen Hilfsmuskel des Subscapularis. Er vereinigt sich, wie erwähnt, mit der Sehne des Pectoralis minor.

Auf der dorsalen Seite trifft man nach Abpräparierung der Haut, welche hier besonders starken Fettreichtum aufweist, zunächst auf den M. latissimus dorsi (Fig. 9 *Lt. d.*). Derselbe besteht aus einer vorderen stärkeren und einer hinteren, bedeutend schwächeren Portion, welche einen dreieckigen Raum zwischen sich fassen. Dies spricht gegen die Angabe von Schöpss, daß der Muskel an seinem Ursprung ungeteilt sei. Der vordere Teil, dessen Richtung eine horizontale ist, entspringt nach Watson von den Proc. spinosi des 2.—6. Rückenwirbels. Ich fand jedoch, daß sein Ursprung bereits von den beiden letzten Halswirbeln bis zum 5. Rückenwirbel reicht. Der hintere, bedeutend schmälere Teil des Muskels verläuft in fast vertikaler

Richtung, da er von dem oberen Rande des Ileum entspringt. Beide Teile des Muskels enden in Sehnen, welche unterhalb des Triceps verlaufen, sich durch eine (von WATSON beschriebene) Rolle, die an der Scapula befestigt ist, hindurchschieben und auf der Innenseite des Humerus am Rande der Fossa pneumatica inserieren.

Unter dem oberen Teile des Latissimus dorsi verlaufen Muskelfasern, welche ebenfalls von den letzten beiden Halswirbeln und den 5 ersten Rückenwirbeln entspringen, jedoch nicht bis zum Humerus hinziehen, sondern bereits am axillaren Rande der Scapula inserieren. Dieser Muskel wird von WATSON als Trapezius bezeichnet. Er hat genau die gleiche Faserrichtung, dieselbe Breite und denselben Ursprung wie der über ihm liegende Latissimus dorsi, indem seine Seitenränder scharf mit denen des breiten Rückenmuskels abschließen (Fig. 9). Aus diesem Grunde könnte man ihn als eine tiefere Portion des Latissimus dorsi auffassen. Auf der Abbildung WATSONS ist die Faserrichtung des Muskels eine parallele, während ich ein Konvergieren der Fasern nach der Scapula zu nachweisen konnte.

Nach Fortnahme der beiden Teile des Latissimus dorsi erscheinen, dicht nebeneinander liegend, der M. infraspinatus und der M. supraspinatus. Der M. infraspinatus (Fig. 9 *Isp*) entspringt von der ganzen äußeren Fläche der Scapula mit Ausnahme des Halsteiles. Der starke breite Muskel steigt schräg aufwärts und inseriert an der Innenfläche des Humerus in der Nähe des Tuberculum mediale. Der Muskel wird von einer Aponeurose bedeckt, welche nach dem Flügel zu beträchtlich an Stärke zunimmt. Nach WATSON soll der Muskel von der vorderen Portion des Latissimus dorsi überlagert werden; ich fand jedoch, daß er nur von dem hinteren schmalen Teile desselben bedeckt wird.

Unter der vorderen Portion des Latissimus dorsi liegt der M. supraspinatus (Fig. 9 *Ssp*). Dieser entspringt an der Außenfläche der Scapula oberhalb des Infraspinatus, mit einigen Fasern auch am Collum scapulae. Sein Ursprung befindet sich über dem Subscapularis, weshalb er von GERVAIS und ALIX als äußerer Hilfsmuskel des Subscapularis bezeichnet wird. Der Muskel verläuft neben dem Infraspinatus nach dem Humerus, setzt jedoch nicht mit diesem zusammen am Humerus an, sondern vereinigt sich mit dem Subscapularis und Coracobrachialis anterior zu einer gemeinsamen Endsehne.

Bei Betrachtung der Muskeln, welche sich von der Höhe der Schulter nach dem Flügel hin erstrecken, erscheinen dorsal zwei starke Gruppen, welche in der Gegend der Coraco-clavicularverbindung einander kreuzen, nach dem Humerus zu an Stärke bedeutend abnehmen und auseinanderweichen. wobei sich der eine Muskel nach dem radialen, der andere nach dem ulnaren Rande des Humerus hinzieht, und zwar der M. deltoides major einerseits und der Triceps andererseits. Der M. deltoides major (Fig. 9 *Dl.*) ist von Watson nicht als besonderer Muskel beschrieben, da Watson den oberflächlichen Teil des Propatagialis für den Deltoides ansieht. Der oberflächliche Flughautspanner ist jedoch, wie bereits Reid, Schoepss und Gervais und Alix berichten, nur ein Teil des eigentlichen Deltoides major. Dieser entspringt an dem proximalen Teile des Scapulahalses und zieht von hier, unter dem Propatagialis verlaufend, nach dem ulnaren Rande des Humerus, wo er unterhalb des Proc. medialis inseriert.

Der Raum zwischen Triceps und Deltoides major wird von dem Deltoides minor (Fig. 9 *Dl. m.*) eingenommen. Dieser Muskel wird von Schoepss erwähnt, von Watson und Gervais und Alix jedoch nicht beschrieben, obwohl er deutlich nachzuweisen ist. Er entspringt am Acromion der Scapula und an der Verbindung von Coracoid und Scapula. Er legt sich als eine dünne Muskelplatte über die Sehne des Supracoracoideus hinweg und setzt am medialen Rande des Humerus unterhalb des Proc. lateralis an.

Der M. triceps (Fig. 8 und 9 *T. I—IV*) setzt sich aus einem langen und einem kurzen Teile, von denen jeder 2 Köpfe besitzt, zusammen. Von dem langen Teile (Pars scapuli-cubitalis) setzt ein Kopf am acromialen Ende der Clavicula und am Acromion der Scapula an. (Fig. 9 *T. I.*) Der an der Ansatzstelle starke Muskel verläuft, an Breite abnehmend, im Bogen nach dem Humerus, wobei er kurz hinter dem Schultergelenk in eine Sehne übergeht. Auf der Abbildung Watsons ist dieser Teil des Muskels zu schmal dargestellt. Die 2. Portion des Scapuli-cubitalis (*T. II*) entspringt am axillaren Rande der Scapula und verläuft in gerader Richtung nach dem Humerus, um ebenfalls sehnig zu werden und sich dicht unter dem Schultergelenk mit dem ersten Teile zu einer gemeinsamen Sehne zu vereinigen. Diese Sehne teilt sich bald in zwei Endsehnen, welche dem Ulnarrande des Humerus parallel nach abwärts verlaufen und über das Ellbogengelenk hinwegziehen. Hier ist in jeder Sehne ein Sesambein, eine

Patella brachialis, eingelagert, wodurch die Anlehnung der Sehnen an das distale Ende des Humerus bewirkt wird. Die Sesambeine sind halbmondförmig gestaltet und besitzen glatte Gelenkflächen, welche sich in die tiefen Facetten des Humerusendes einlegen. Die der Außenseite des Humerus zugekehrte Sehne besitzt ein breiteres Sesambein als die innere Sehne und setzt am Olecranon in der Nähe der Gelenkfläche der Ulna an. Die andere Sehne inseriert dagegen an der Spitze des Olecranon.

Der kurze Teil des Triceps, der Pars humero-cubitalis besteht ebenfalls aus zwei Köpfen, welche sich mit den Sehnen des Pars scapuli-cubitalis vereinigen. Der eine von ihnen entspringt in der Fossa pneumatica (*T. III*), wird bald sehnig und verbindet sich mit den vereinigten Sehnen des Pars scapuli-cubitalis. Der andere, stärkere Kopf (*T. IV*) setzt an dem ganzen ulnaren Rande des Humerus an, bleibt muskulös und vereinigt sich in der Nähe des Ellbogengelenkes mit der äußeren (nach Watson mit der inneren) Endsehne des Triceps.

Der Flughautspanner wird aus Fasern des Deltoides major und des Pectoralis major zusammengesetzt. Ein dritter, vom Biceps stammender Teil, welcher bei anderen Vögeln oft vorkommt, fällt hier infolge Fehlens eines Biceps weg. Der vom Deltoides gebildete Teil liegt oberflächlicher als der andere; er nimmt seinen Ursprung vom Acrocoracoid und dem acrocoracoidalen Teile der Clavicula. Die zweite, von der vorigen deutlich isolierte Portion, ist der oberste Teil des Pectoralis major, welcher an der Clavicula unterhalb ihrer Verbindung mit dem Coracoid ansetzt. Nach Gervais und Alix soll fast der ganze claviculare Teil des Pectoralis major zur Bildung des Propatagialis beitragen. Die vom distalen Teile der Clavicula entspringenden Fasern sind jedoch nicht daran beteiligt, da sie bei ihrem horizontalen Verlaufe die Wirkung eines Flughautspanners nicht ausüben könnten. Anfangs sind beide Teile des Muskels von einander isoliert, vereinigen sich jedoch in der Mitte des Humerus zu einem sehnigen Bande. Dieses schlägt sich über den radialen Rand des ganzen Flügels hinweg, wobei es noch einen schmalen Streifen der Außen- und Innenfläche des Flügels überdacht. Es endet an der Basis der 2. Phalanx des 2. Fingers.

Die Flügelmuskeln.

Bei der Präparation der Flügelmuskeln machte die Entfernung der Haut einige Schwierigkeit, da dieselbe, besonders im distalen Bereiche des Flügels, eine lederartige Zähigkeit besitzt

und mit ihrer Unterlage fest verwachsen ist. Unter der Haut erschien zunächst, über den ganzen Flügel gleichmäßig ausgebreitet, eine dünne bindegewebige Hülle, welche eine Fortsetzung der Sehne des Pectoralis major darstellt. Unterhalb dieser Hülle fand ich einige straffere bandartige Streifen, welche in schräger Richtung quer über den Flügel hinwegziehen und wohl dazu bestimmt sind, die Muskeln, welche vorwiegend sehnige Streifen bilden, in ihrer Lage zu erhalten. Besonders entwickelt sind dieselben auf der Innenfläche des Flügels unterhalb des Ellbogengelenkes und am Handgelenk.

Sämtliche Muskeln, welche der Breitseite des Flügels aufliegen, sind nur als bandförmige Sehnenstreifen ausgebildet, da bei Entwickelung von muskulöser Substanz kein plattes Ruder zustande gekommen wäre. Nur über den Rändern des Flügels, sowie in den Spalten zwischen den Vorderarmknochen finden sich einige platte Muskelmassen, welche an dieser Stelle die Rudergestalt des Flügels nicht beeinträchtigen.

Am radialen Rande des Flügels verläuft vom distalen Ende des Humerus nach der Ausbuchtung des proximalen Radiusendes ein trapezförmiger Muskel, der Brachialis inferior (Fig. 8 und 9 *B. i.*), welchem bei dem Fehlen des Biceps allein die Funktion der Beugung des Vorderarmes zufällt. Einen teilweisen Ansatz des Muskels an der Ulna, wie ihn Fürbringer für Spheniscus beschreibt, konnte ich bei Eudyptes nicht finden.

Auf der Innenfläche des Flügels ziehen 2 dünne Sehnen über das Ellbogengelenk hin, welche vom distalen Ende des Humerus entspringen und zu einer Sehne vereinigt am ulnaren Rande des Radius inserieren. Diese Sehnen bilden die beiden Pronatoren des Vorderarmes (Fig. 8 *Pr.*), welche von Watson und Gervais und Alix als fehlend bezeichnet, von Schoepss jedoch als 2 getrennte Sehnen beschrieben werden. Ihre schwache Ausbildung beruht auf dem geringen Pronationsvermögen des Flügels.

Auch ein Supinator des Vorderarmes (Fig. 9 *Sup.*) ist auf der Außenfläche des Flügels deutlich ausgebildet. Seinen Ursprung fand ich am ulnaren Rande des Humerus in der Nähe des 4. Tricepskopfes, während ihn Watson von dem äußeren lateralen Ligament des Ellbogengelenkes angibt. Er verläuft als lange dünne Sehne schräg über das Ellbogengelenk und inseriert auf der Außenfläche des Radius nahe dem Ursprunge des Extensor metacarpi radialis brevis.

Einen tiefen Beuger des Vorderarmes, welcher von Schöpss beschrieben wird, konnte ich, gleich Watson und Gervais und Alix, nicht finden.

Der Flexor carpi ulnaris (Fig. 8 *F. c. u.*) entspringt am zugespitzten distalen Ende des Humerus, verläuft ein Stück über die Innenseite der Ulna, geht über den Raum zwischen Ulna und Carpale ulnare und inseriert auf der Innenfläche der letzteren mit 2 kleinen Endsehnen. Diese Teilung der Sehne wird bei Beschreibung des Muskels von keinem Autor angegeben. Bemerkenswert ist ferner, daß die Sehne nicht, wie bei anderen Vögeln, am freien Rande des Carpale ulnare, sondern etwa in der Mitte der Innenfläche inseriert.

Unmittelbar neben diesem Muskel entspringt der M. flexor sublimis digitorum (Fig. 8 *F. s. d.*), welcher gleichfalls aus einem langen Sehnenstreifen besteht. Er geht schräg über die Innenfläche der Ulna hinweg und gibt in der Nähe des distalen Endes der Ulna eine schwache Sehne ab, welche auf der Innenfläche des Carpale ulnare ansetzt. Von Schöpss wird diese Sehne nicht erwähnt. Die Hauptsehne geht schräg über den Carpus und Metacarpus hinweg, vereinigt sich hier mit der Sehne des Flexor digitorum profundus und setzt an der Basis der 2. Phalanx des 2. Fingers an. Von Watson wird die Vereinigung der beiden Muskeln, welche bereits Meckel erwähnte, bestritten, desgleichen ist sie von Schöpss nicht beschrieben. Ferner soll die Sehne nach Watson bereits an der Grundphalanx des 2. Fingers ansetzen. Den Ursprung des Flexor profundus digitorum (Fig. 8 *F. p. d.*) fand ich etwa in der Mitte des ulnaren Randes des Radius. Nach Watson soll der Muskel am unteren Ende des Humerus, nach Schöpss und Gervais und Alix an den einander zugekehrten Rändern des Radius und der Ulna entspringen. Er verläuft als eine schmale Sehne in fast gerader Richtung über den Carpus und das Metacarpale II, wo er sich, wie erwähnt, mit dem Flexor sublimis vereinigt.

Der M. extensor metacarpi radialis longus (Fig. 9 *E. m. r. l.*) entspringt mit zwei getrennten sehnigen Köpfen an der Außenseite des Humerus unmittelbar über dem Ursprunge des Brachialis inferior, welchen er hier vollkommen bedeckt. Die beiden Köpfe vereinigen sich bald zu einer schmaleren Sehne, welche sich in die Rinne am äußeren Rande des Radius hineinlegt und nach dem Carpus hinzieht, wo ich eine deutliche Vereinigung mit der Sehne des Extensor metacarpi radialis brevis nachweisen

konnte. Die Sehne inseriert am vorderen Rande des Metacarpale I. Die Zeichnung dieses Muskels bei Watson und sein hier dargestelltes Verhalten zum Propatagialis entspricht nicht meinem Befunde. Die halbelliptische Sehne, welche Watson für die des Propatagialis hält, ist die Ursprungssehne des Extensor metac. rad. longus, während der Propatagialis über dieser Sehne liegt. Ferner bestreitet Watson den schon von Schoepss angegebenen Ursprung mit 2 Köpfen und läßt den Muskel mit einem fleischigen Kopfe entspringen; ich konnte jedoch einen rein sehnigen Ursprung ohne Beimengung von Muskelfasern nachweisen. Auch die Vereinigung der Sehne mit dem Ext. metac. rad. brevis, welche auch Gervais und Alix fanden, wird von Watson nicht zugegeben.

Der Extensor metacarpi radialis brevis (Extensor pollicis longus [Fig. 9 *E.m.r.b.*]) entspringt mit zwei getrennten muskulösen Köpfen, der stärkere von den gegenüberliegenden Rändern des Radius und der Ulna, der schwächere von der Außenfläche des mittleren Teiles des Radius. Beide Köpfe vereinigen sich bald zu einer Sehne, welche ebenfalls am Metacarpale I inseriert, indem sie mit der Sehne des Ext. met. rad. longus verschmilzt. Von Watson wird der Ursprung mit 2 Köpfen nicht angegeben. Auch fand ich den Ansatzpunkt etwas weiter distalwärts als er von Watson abgebildet ist. Auf der Außenfläche des distalen Humerusendes findet sich nahe dem Ellbogengelenk der sehnige Ansatz des Extensor digitorum communis (Fig. 9 *E.d.c.*). Es läßt sich an dieser Sehne deutlich eine Zweiteilung nachweisen. Die Sehne verläuft, an Breite abnehmend, zwischen Radius und Ulna nach dem Handgelenk, wo sie sich über die Sehne des Extensor indicis proprius legt, welchem sie eine kleine Sehne abgiebt. Darauf geht die Sehne schräg über das Metacarpale II und teilt sich an dessen Ende nochmals in zwei Sehnen, von denen die eine an der 1., die andere an der 2. Phalanx des Index inseriert. Von Watson und Gervais und Alix ist die Abgabe einer Sehne an den Extensor indicis proprius nicht erwähnt; ferner ist, auch von Schoepss, die Endsehne am 2. Phalangengliede des Index nicht angegeben.

Unmittelbar neben diesem Muskel entspringt eine ebenfalls breite Sehne, welche parallel dem Extens. digit. communis über die Außenseite der Ulna und schräg über den Carpus verläuft, um sich dann in zwei kurze Endsehnen zu gabeln, welche am Metacarpale II und III ansetzen. Von Watson wird dieser Muskel als Extensor carpi ulnaris bezeichnet, obwohl er mit dem

Carpale ulnare in keinerlei Beziehung steht. Die von Schoepss gewählte Bezeichnung als Abductor metacarpi (Fig. 9 *Abd. m.*) dürfte daher für diesen Muskel zutreffender sein. Die Insertion am Metacarpale III wird von Watson nicht angegeben. Nach Watson und Schoepss soll die Sehne zwischen Radius und Ulna verlaufen, während ich die Sehne auf der Außenfläche der Ulna fand. Auch ist die Ursprungsstelle des Muskels auf der Abbildung Watsons nicht zu erkennen.

Unterhalb des Ursprunges des Ext. metac. rad. brevis findet sich zwischen Radius und Ulna der muskulöse Ursprung des Extensor indicis proprius (Fig. 9 *E. i. p.*). Derselbe wird bald sehnig und zieht in gerader Richtung über das Handgelenk hinweg, wo er, wie erwähnt, einen Sehnenzweig des Ext. digitorum communis erhält. Die Sehne geht darauf über das Metacarpale II und die Grundphalanx des 2. Fingers und inseriert an der Basis der 2. Phalanx des Index. Dieser Muskel wird von Gadow bei den Pinguinen als fehlend angegeben. Der Raum zwischen dem hinteren Rande der Ulna und dem Metacarpale III wird von dem Flexor metacarpi brevis (Fig. 8 *F. m. b.*) eingenommen. Da dieser Muskel den Knochen nicht direkt aufliegt, sondern nur ihre Ränder verbindet, so ist er stark muskulös und stellt neben dem Brachialis inferior den kompaktesten Muskel des Flügels dar. Er entspringt nach Watson und Schoepss mit einer Sehne am unteren Ende der Ulna. Ich konnte jedoch deutlich 2 Ursprungssehnen nachweisen, und zwar eine größere, oberflächlicher und eine kleinere, tiefer gelegene, welche einander parallel über die Außenfläche des Carpale ulnare verlaufen. Hier wird der Muskel fleischig, indem er sich bedeutend verbreitert; er inseriert im mittleren Teile des Metacarpale III.

Hinter diesem Muskel fand ich als Verbindung der Ulna mit dem 3. Finger eine starke Sehne, welche sich vom hinteren Rande der Ulna nach dem proximalen Zipfel der Basis des Carpale ulnare hinzieht, hier scheinbar aufhört, am distalen Zipfel jedoch wieder ansetzend, nach dem erwähnten Vorsprung an der Basis des 3. Fingers verläuft. Diese Sehne bildet den großen Kopf des Flexor digiti minimi (Fig. 8 *F.* d. *III*). Von Schoepss ist nur die Sehne, welche vom Carpale ulnare zum 3. Finger verläuft, als ein Teil des Flexor digiti minimi beschrieben, der proximale Abschnitt des Muskels wird jedoch nicht erwähnt. Bei allen anderen Autoren fehlt die Beschreibung dieser Sehne vollständig.

An der Basis des 3. Fingers setzt ferner noch der kleinere

Kopf des Flexor digiti minimi an. Dieser entspringt fleischig an der Innenfläche des Metacarpale III, wird bald sehnig und verläuft schräg zum 3. Finger herab. Nach Watson ist der Verlauf des Muskels ein fast gerader.

Der Abductor indicis (Fig. 8 *Abd. i.*), welcher nach Schoepss fehlen soll, von Watson und Gervais und Alix beschrieben ist, und den ich ebenfalls deutlich nachweisen konnte, entspringt mittels eines Muskelkopfes auf der Innenfläche des Metacarpale I und zieht längs seines radialen Randes nach der Basis der 1. Phalanx des Index. Von Gervais und Alix wird er nur als ein Band beschrieben.

Der schmale Spalt zwischen Metacarpale II und III wird von den Interossei, dem Interosseus palmaris und Interosseus dorsalis eingenommen. Der erstere entspringt auf der Innenseite der gegenüberliegenden Ränder der Metacarpalia, wird teilweise von dem Flexor digit. sublimis bedeckt, und verläuft zwischen 2. und 3. Finger nach der 2. Phalanx des Index. Die Bezeichnung von Schoepss als Flexor indicis dürfte daher für diesen Muskel zutreffender sein. Der Interoseus dorsalis entspringt mit sehr schwachen Muskelfasern auf der Außenseite des Metacarpus. Seine schmale Sehne zieht sich über die 1. Phalanx des Index hinweg und inseriert an der 2. Phalanx. Nach Watson soll die Sehne zwischen den 1. Phalangen der beiden Finger verlaufen.

Sämtliche Muskeln, welche bei anderen Vögeln zur Bewegung des Daumens dienen, fehlen beim Pinguin infolge des Mangels eines Daumengliedes.

Die Entwickelung der Vorderextremität.

Die Vorderextremität der Vögel bietet infolge der Reduktion ihres peripheren Endabschnittes entwickelungsgeschichtlich großes Interesse. Bei den Pinguinen ist das embryonale Verhalten der Vorderextremität, welche, wie wir gesehen haben, durch ihre Umbildung zu einem Ruderorgan noch in weit höherem Maße reduziert ist, von besonderer Bedeutung. Denn ihr Verhalten während der Entwickelung muß einen bestimmten Entscheid darüber bringen, welche phylogenetische Stellung die Pinguine einnehmen, ob sie sich frühzeitig oder erst spät vom Stammbaum der Vögel abgezweigt haben, ob also ihre primitiven Charaktere in der Tat als primitiv aufgefaßt werden müssen, oder ob sie, von flugfähigen

Vorfahren abstammend, erst sekundär zu einer so niedrigen Stufe gelangt sind, als pseudoprimitiv genannt werden können. Zu der ersteren Anschauung neigten mehrere ältere Forscher, welche sich mit dieser Frage beschäftigten und deshalb auch den Sphenisciden eine sehr selbständige Stellung unter den Vögeln einräumten. Von neueren Forschern vertritt auch v. Menzbier mit Entschiedenheit diese Ansicht, indem er hervorhebt, daß die primitiven Eigenschaften der Pinguine nicht durch Anpassung erworben, sondern von alters her ererbt seien, weshalb sie keinesfalls von Flugvögeln abstammten und sich infolge ihrer Lebensbedingungen auch nicht zu solchen entwickeln könnten. Auf Grund dieser Vermutungen räumt v. Menzbier den Eupodornithes den Rang einer der 5 Unterklassen, in welche er die Vögel einteilt, ein und scheidet sie streng von den Carinaten. Zu der entgegengesetzten Anschauung bekennen sich unter anderen neueren Autoren auch Fürbringer und Gadow. Ersterer hält alle primitiven Charaktere der Pinguine für rückgebildet und weist ihnen einen, wenn auch ziemlich tiefen Platz unter den Carinaten an. Auch Gadow gibt für die meisten primitiven Eigenschaften die Möglichkeit einer Rückbildung zu und schließt sich in Bezug auf die Stellung der Pinguine im System der Meinung Fürbringers an.

Wenn nun die Ansicht v. Menzbiers die zutreffende ist, so muß die Vorderextremität während ihrer Entwickelung den Reptilien näher kommen, als dies im ausgebildeten Zustande der Fall ist. Stammen dagegen die Pinguine von flugfähigen Vorfahren ab, so muß der Flügel in embryonaler Zeit Stadien durchlaufen, welche dem Flügel eines Carinaten ähneln und sich im Laufe der weiteren Entwickelung allmählich von diesem entfernen.

Da für die Vorderextremität in vergleichend anatomischer Hinsicht das Verhalten des Handskelettes, besonders des Carpus und Metacarpus am bedeutungsvollsten ist und hierüber stets die größten Meinungsverschiedenheiten geherrscht haben, so will ich mit der Darstellung dieses Abschnittes beginnen.

Bekanntlich ist der Carpus und Metacarpus der Vögel entsprechend der Verminderung der Phalangenzahl derart reduziert, daß sich im ausgebildeten Zustande von carpalen Elementen nur noch 2 selbständige Carpalia und 3 Metacarpalia vorfinden. Daß der Ausfall der Endglieder allein von der ulnaren Seite aus stattgefunden hat, wird jetzt wohl allgemein anerkannt, indem man die Deutung Owens, nach welcher die 3 Metacarpalia dem Metacarpale II—IV der pentadactylen Grundform homolog sein

sollen, fallen ließ. Ueber die Bedeutung der beiden Carpalia wurde vielfach gestritten, da dieselben durch Vereinigung einer ursprünglich größeren Anzahl von Carpalelementen entstanden sein mußten. Auch glaubte man nicht an ein Fehlen der Anlage der distalen Carpusreihe, sondern nahm eine Verschmelzung derselben mit den Metacarpalia an. Schon Cuvier (1835) sprach diese Ansicht aus, ging aber zu weit, indem er an eine Verschmelzung aller 5 Carpalia mit dem Metacarpus glaubte.

Gegenbaur (1864) fand bei der Untersuchung des Carpus der Vögel, daß schon zur Zeit der ersten Differenzierung des Knorpelskelettes nur 2 getrennte Stücke, welche er dem Radiale und Ulnare für homolog erachtet, vorhanden seien, und an diesen Anlagen keine Spur von Verschmelzung erkennbar sei. Die drei Metacarpalia erklärt Gegenbaur mit Bestimmtheit für das Metacarpale I—III, indem er die schlankere Form des Metacarpale III mit dem gleichen Verhalten bei den Krokodilen in Einklang bringt und daher den Ausfall eines Metacarpale von der radialen Seite ausschließt.

Von wesentlicher Bedeutung für die Erkenntnis der Vogelhand war die 1873 erschienene Arbeit von Alexander Rosenberg, welche auch eine umfassende Zusammenstellung der über den Carpus und Metacarpus der Vögel verbreiteten Ansichten enthält. Nach Rosenbergs, an. Hühnerembryo angestellten Untersuchungen sind von der distalen Carpusreihe des primitiven Handskelettes noch zwei getrennte Stücke vorhanden, von denen das eine später mit den Basalflächen des Metacarpale I und II, das andere mit denen des Metacarpale III und IV verschmilzt, welche daher als Carpale $^{1\cdot 2}$ einerseits und als Carpale $^{3\cdot 4}$ andererseits zu deuten seien. Die beiden Stücke des ausgebildeten Vogelcarpus hält Rosenberg für das Ulnare und Radiale, von denen das Ulnare noch mit dem Intermedium verschmolzen sei und daher ein Intermedio-ulnare darstelle. Auch wird von Rosenberg in manchen Fällen ein Centrale nachgewiesen, welches in der Bandmasse, die sich vom ulnaren Rande des Radiale zum Intermedio-ulnare hinziehe, gelegen sei. Am Metacarpus fand Rosenberg neben dem Metacarpale III noch die Anlage eines kleinen Metacarpale IV, welches den Höhepunkt seiner Ausbildung erst sehr spät erreichen soll, alsdann, mit dem Metacarpale III verschmelzend, der Reduktion verfällt und allmählich vollständig verschwindet.

Morse, welcher die Flügel zahlreicher Embryonen untersuchte und seine Resultate 1874 veröffentlichte, stellte fest, daß am Auf-

bau des Carpus mindestens 4 Knorpelstücke teilnehmen, von denen 2 in der proximalen und 2 in der distalen Reihe liegen. Von den letzteren beiden sieht Morse das radialwärts gelegene, welches mit dem Metacarpale III (nach der Owenschen Zählung) verwächst, entweder für das verschmolzene Intermedium und Centrale oder für das Carpale distale 3 (von Owen als „Magnum" bezeichnet) an; einen sicheren Entscheid vermag Morse nicht zu geben. Das auf der ulnaren Seite gelegene Stück, welches mit dem Metacarpale IV (III) verwächst, bezeichnet er als das Carpale 4. Beide Stücke der distalen Reihe sollen sich oft noch vor der Verschmelzung mit dem Metacarpus zu einem Knorpelbande vereinigen. Bei einigen Vögeln fand Morse im Carpus noch einen 5. Knorpel, welchen er bei Dendroeca aestiva neben dem Radiale abbildet und als ein Intermedium auffaßt; später soll dieser mit dem Radiale verschmelzen. Bei Tyrannus Carolinensis fand Morse einen kleinen Knorpel neben dem Ulnare, zwischen Radius, Ulna und Radiale gelegen, welchen er als Centrale bezeichnet. Beim ausgewachsenen Vogel entsprächen demnach die beiden Knorpel der proximalen Reihe einem Intermedio-radiale und einem Centro-ulnare. Am Metacarpus werden von Morse nur 3 Metacarpalia beschrieben.

Nach Parker (1888) sollen 3 Carpalia mit dem Metacarpus verschmelzen, indem ein keilförmiger Knorpelfortsatz, welchen das Carpale 1, 2 unter das zugehörige Metacarpale schiebt, ein besonderes Carpale darstelle. Die beiden Knorpelstücke der proximalen Reihe wurden von Parker ebenfalls gelegentlich als doppelte Anlagen gefunden, weshalb das Ulnare als ein Centro-ulnare aufgefaßt wurde. Am Metacarpus fand Parker noch ein Metacarpale IV in Gestalt eines kleinen Knorpels an der ulnaren Seite des Metacarpale III.

Nachdem ich so die Ansichten über die Entwickelung des Carpus und Metacarpus der Vögel im allgemeinen dargelegt habe, will ich mich nun zur Entwickelung dieses Flügelabschnittes beim Pinguin wenden.

Entwickelungsgeschichtliche Anlagen über den Flügel der Pinguine finden sich, wie bereits erwähnt, nur bei Studer in „Die Forschungsreise S. M. S. Gazelle". Die Embryonen waren jedoch schlecht konserviert und wurden von Studer nur makroskopisch untersucht. Er fand hierbei am Carpus ebenfalls zwei Knorpelreihen. Die beiden dreieckigen getrennten Stücke der proximalen Reihe entsprechen dem Radiale und Ulnare. In der

distalen Reihe fand Studer ein großes Knorpelstück, welches distal an das Metacarpale I und II angrenzt und sich mit einem schmalen Fortsatz bis auf die ulnare Seite zieht. Dieser Knorpel, welchen Studer dem Carpale $^{1 \cdot 2}$ Rosenbergs für gleich erachtet, soll noch einen Fortsatz zwischen Ulna und Radius einschieben, welcher nach Studers Ansicht einem mit dem Carpale $^{1 \cdot 2}$ verschmolzenen Intermedium entsprechen könnte. Ein zweiter Knorpel der distalen Reihe, welcher sich zwischen Metacarpale III und den vorigen einschiebt, also weiter distalwärts als dieser liegt und von ihm durch einen schmalen Spalt getrennt ist, soll dem Carpale $^{3 \cdot 4}$ entsprechen. Ein Centrale werde nicht angelegt. Von Metacarpalia fand Studer drei getrennte Stücke, von denen das Metacarpale I die halbe Länge des Metacarpale II aufweise.

Der Carpus.

Meine eigenen Untersuchungen an den Embryonalstadien ergaben, daß sich der Carpus, wie er uns beim ausgewachsenen Pinguin vorliegt, ursprünglich aus 5 Carpalelementen und einem accessorischen Stücke aufbaut. Davon bilden 2 eine proximale Reihe und fassen noch ein 3. Stück zwischen sich, 2 bilden eine distale Reihe, während das accessorische Stück außerhalb des eigentlichen Carpus auf der ulnaren Seite gelegen ist. Der Metacarpus setzt sich aus 4 ursprünglich getrennten Stücken zusammen, indem sich am 3. Metacarpale noch die Anlage eines kleinen Knorpelstreifens nachweisen läßt.

Es wird nunmehr erforderlich sein, auf diese Verhältnisse näher einzugehen und die einzelnen Teile zu homologisieren.

Ueber die Deutung der beiden, die proximale Carpusreihe bildenden Knorpel kann kein Zweifel sein, da dieselben ihrer Lage nach dem Radiale und Ulnare entsprechen müssen. Das Radiale (Fig. 10 *r*.) fand ich in allen Stadien als eine einheitliche Anlage ohne irgendwelche Andeutung von Zweiteilung. Es zeigt während der Entwickelung nur wenig Formveränderung, da es schon im Stadium I annähernd vierseitig gestaltet ist. Eine dreiseitige Gestalt, wie sie Studer bei einem jüngeren Stadium abbildet, konnte ich nicht wahrnehmen. Die proximale konkave Fläche grenzt, wie im ausgebildeten Zustande, an das untere Ende des Radius, die distale Fläche reicht an den radialwärts gelegenen Knorpel der 2. Carpusreihe heran. Das Radiale ist in den jüngeren Stadien relativ klein, im Stadium III ragt es schon etwas

über den ulnaren Rand des Radius hinaus. Eine Ausdehnung, wie sie von Studer bei einem Flügel der mittleren Entwickelungsstufe dargestellt ist, erreicht jedoch das Radiale in keinem von mir untersuchten Stadium. Auch konnte ich einen von Studer gezeichneten spitzen Fortsatz am äußeren distalen Ende des Radiale nicht finden.

Das 2. Stück der proximalen Reihe, das Ulnare (Fig. 10 *u*), läßt im Stadium I eine etwa dreiseitige Form erkennen. Es grenzt proximal an die Ulna, distal an den ulnarwärts gelegenen Knorpel der 2. Carpusreihe und ragt nach außen nur wenig über das Niveau dieser Knochen hervor. Vom Carpale radiale ist es im jüngsten Stadium noch weit entfernt. Dieser Knorpel hat also mit dem Carpale ulnare, wie es beim erwachsenen Pinguin erscheint, noch gar keine Aehnlichkeit. Es entwickelt sich nämlich aus ihm nur der von Ulna und Metacarpus umgebene Teil des Ulnare, während der frei hinausragende platte Abschnitt aus einer besonderen Anlage hervorgeht. Im Stadium II erscheint außerhalb des eigentlichen Carpus in der Anlage der langen Sehne des Flexor digiti minimi, welcher sich, wie ich oben auseinandergesetzt habe, vom Außenrande der Ulna bis zur Basis des 3. Fingers hinzieht, ein sehr schwach S-förmig gekrümmter Knorpelstreifen. Derselbe liegt dem freien Rande des Carpale ulnare gegenüber und ist von diesem durch zellreiches Bindegewebe getrennt (Fig. 27). Dieser Knorpel ist mit Sicherheit als ein accessorisches Stück des Carpus aufzufassen, wie wir es von den Reptilien an bei sehr vielen höheren Wirbeltieren mit Ausnahme der Vögel, meistens in der Nähe des Carpale ulnare gelegen, auftreten sehen. Es wird von Cuvier als „Pisiforme“ bezeichnet, von Gegenbaur für ein Sesambein angesehen und „Accessorium“ benannt. Zum erstenmale erscheint dieses Stück bei den Seeschildkröten, wo es nach Gegenbaur zur Verbreiterung der Ruderfläche dient. Da bei den Vögeln eine derartige Verbreiterung des Flügelskelettes nicht erforderlich ist, so ist es hier verloren gegangen, um bei den Pinguinen, wo der Flügel als ein Ruder funktioniert, wiederum zu erscheinen und zur Verbreiterung des carpalen Flügelabschnittes beizutragen. Auch beim Pinguin legt es sich als ein Sesambein an, da es, wie erwähnt, in der Sehne des Flexor digiti minimi seine Entstehung nimmt. Im nächsten Stadium hat dieser Knorpel bereits an Breite zugenommen und sich dadurch dem eigentlichen Ulnare genähert, welches seinerseits dem Sesambein etwas entgegen gewachsen ist. Im Stadium IV ist die Verschmelzung bereits eine vollständige. Die Entstehung des freien

Teiles des Carpale ulnare als ein Sesambein ist auch beim erwachsenen Pinguin noch daran deutlich erkennbar, daß seine Basis, wie oben beschrieben wurde, proximal und distal in zwei Zipfel ausgezogen ist, daß ferner die Sehne des Flexor digiti minimi an diesen Zipfeln ansetzt und im Carpale ulnare scheinbar verschwindet. Dieses Sesambein ist STUDER, der die Extremitäten nicht an Schnitten untersuchte, offenbar entgangen, da er das Carpale ulnare selbst in einem älteren Stadium nur sehr klein darstellt und den freien Teil desselben vollkommen fortläßt. Gleichzeitig ist das Ulnare in dem der Außenfläche des Flügels zugekehrten Teile dem Radiale erheblich näher gerückt und im Stadium III ist die Spitze des Ulnare mit der ihr zugekehrten distalen Ecke des Radiale durch eine schmale Brücke zellreichen Bindegewebes verbunden. Im nächsten Stadium ist die Brücke bereits knorplig geworden, wodurch eine Verbindung der beiden proximalen Carpalia herbeigeführt ist, wie wir sie beim erwachsenen Pinguin erkennen konnten. Wir sehen in der frühembryonalen Trennung und späteren Verschmelzung des Radiale und Ulnare die Reduktion einer ursprünglich höheren Ausbildung, welche nur bezweckt, den Carpus möglichst unbeweglich zu gestalten, aus der wir jedoch nicht auf ein primitives Verhalten schließen können.

Distal vom Carpale ulnare fand ich im Stadium I noch ein kleines Knorpelstückchen von ovaler Gestalt (Fig. 11 *c*), welches in der Nähe der dem Radiale zugekehrten Spitze des Ulnare gelegen und von diesem durch eine schmale Bindegewebszone getrennt war. Es war auf einigen Seitenschnitten als ein freier Knorpel erkennbar, verschmolz jedoch auf den mehr radialwärts gelegten Schnitten mit dem Ulnare (Fig. 12). In späteren Stadien war dieser Knorpel mit dem Ulnare schon vollkommen verschmolzen. Ob derselbe die Anlage eines Centrale darstellt, wage ich nicht zu entscheiden, jedenfalls scheint er mir aber mit dem von ROSENBERG an dieser Stelle gefundenen und als Centrale gedeuteten Knorpelstücke identisch zu sein. Auch würde seine Lage derjenigen des Centrale vieler Reptilien entsprechen.

Die proximale Carpalreihe wird beim ausgewachsenen Pinguin, wie oben bereits beschrieben wurde, nicht vom Radiale und Ulnare allein gebildet, da sich zwischen diese nach der Innenfläche des Flügels zu noch ein Fortsatz der Ulna einschiebt, welcher mit dem Radiale und Ulnare artikuliert, bis an den Metacarpus reicht und mit den distalen Rändern des Radiale und Ulnare einen halbmondförmigen Bogen bildet. Dieser Fortsatz hängt in frühembryonaler Zeit mit dem Körper der Ulna nicht zusammen, sondern

ist von ihr abgesetzt. Ich konnte nämlich im Stadium I zwischen der Ulna und dem Fortsatze eine feine Trennungslinie nachweisen. Auch die charakteristische Stellung der Knorpelzellen an dieser Stelle deutete darauf hin, daß beide Teile ursprünglich voneinander vollständig isoliert gewesen sein müssen (Fig. 27). Schon im Stadium II war die Abgrenzung nur noch sehr undeutlich wahrzunehmen, und in den folgenden Stadien bildete die Ulna mit dem Fortsatze ein einheitliches Stück ohne Spuren einer ehemaligen Trennung. Man kann diesen Fortsatz mit Sicherheit als ein Intermedium ansehen, welches in jungen Embryonalstadien noch frei ist, jedoch bald mit dem distalen Ende der Ulna verwächst. Für diese Annahme spricht die Lage des Intermedium in der gesamten Wirbeltierreihe, indem es fast stets in der Verlängerung der Ulna, und zwar in der dem Radius zugekehrten Hälfte gelegen ist und seitlich vom Carpale radiale und ulnare eingeschlossen wird. Auch bildet das Radiale und Ulnare mit dem Intermedium oft einen mehr oder weniger deutlichen Bogen (cf. Gegenbaur, Carpus und Tarsus, Tafel I, II, III). Der Fortsatz der Ulna beim Pinguin zeigt nun genau das gleiche Lagerungsverhältnis. Studer stellte in der Abbildung eines jüngeren Stadiums die Ulna ohne den Fortsatz dar und hielt einen Fortsatz der distalen Carpusreihe, wie bereits oben erwähnt wurde, für ein Intermedium. Wahrscheinlich ist Studer bei der ungenauen Untersuchung getäuscht worden, indem er den mit der Ulna noch nicht verwachsenen Knorpel als einen Teil der distalen Carpusreihe ansah.

Wie ich bereits hervorhob, fand ich am Carpus eine distale Reihe, welche sich aus zwei undeutlich voneinander getrennten Knorpelstücken zusammensetzt. Ueber die Deutung dieser beiden Stücke kann kein Zweifel bestehen. Das radialwärts gelegene muß den zu einem Knorpel verschmolzenen Carpale 1 und Carpale 2 entsprechen, da sich an dieses das Metacarpale I und II ansetzt. Die Basis des Metacarpale I wird zwar nicht in ihrer ganzen Ausdehnung von dem Knorpel erreicht, jedoch kann ein Ausfall eines Carpale distale schon deshalb nicht von der radialen Seite stattgefunden haben, weil der äußere Rand des Knorpels mit dem des Radiale in gleichem Niveau liegt. Desgleichen muß der andere Knorpel der distalen Reihe als ein verwachsenes Carpale 3 und 4 angesehen werden, da es distal an das Metacarpale III und, wie wir später noch sehen werden, an ein Metacarpale IV grenzt. Beide Knorpel der distalen Carpusreihe bilden einen proximal konvexen Bogen, welcher sich in die Konkavität der proximalen Reihe einlegt.

Es dürfte von Interesse sein, auf den Bau der distalen Carpalia und auf deren Verhalten zu den umgebenden Knochen näher einzugehen.

Das Carpale $^{1\cdot 2}$ stellt im Stadium I eine dünne, leicht gebogene Scheibe dar, deren distaler konkaver Rand dem Metacarpale II zugekehrt und von diesem durch einen schmalen Spalt getrennt ist (Fig. 10). Der proximale, etwas konvexe Rand grenzt an das Radiale und auch noch an einen Teil des von mir als Intermedium aufgefaßten Fortsatzes der Ulna. Von den beiden Seitenflächen liegt die radiale, etwas zugespitzte, der Basis des Metacarpale I gegenüber. Die ulnare verbreiterte Seite grenzt an das Carpale $^{3\cdot 4}$ und ist nur durch einen sehr schmalen Spalt von diesem getrennt. Im nächsten Stadium beginnt sich bereits die Verschmelzung des Carpale $^{1\cdot 2}$ mit dem Carpale $^{3\cdot 4}$ einzuleiten. Auch ist die distale Seite bereits dem Metacarpale II sehr nahe gerückt (Fig. 13); das Carpale $^{1\cdot 2}$ tritt jedoch nicht in ganzer Ausdehnung an die Basis des Metacarpale II heran, sondern berührt diese nur an den Rändern, während der mittlere ausgehöhlte Teil noch absteht. Die proximale, dem Radiale zugekehrte Fläche ist fast plan und etwas geneigt, da die der Außenfläche zugekehrte Seite beträchtlich höher ist als die innere (Fig. 15). Im Stadium III ist die Verschmelzung mit dem Carpale $^{3\cdot 4}$ eine vollkommene, sodaß jetzt Carpale $^{1\cdot 2}$ und Carpale $^{3\cdot 4}$ ein einheitliches Knorpelband bilden (Fig. 17). Desgleichen ist auch die Verwachsung mit dem Metacarpale I erfolgt, welche jedoch nur an der dem Metacarpale II zugekehrten Seite stattfindet, während die Basis des Metacarpale I frei bleibt. Weiterhin beginnt in diesem Stadium eine allmähliche Abplattung des Carpale $^{1\cdot 2}$ in dorsoventraler Richtung, welche in den nächsten Stadien noch mehr zunimmt. Die Verwachsung mit dem Metacarpale II erfolgt in späteren Stadien. Im Stadium VII ist die ehemalige Selbständigkeit des Carpale $^{1\cdot 2}$ nicht mehr zu erkennen (Fig. 18).

Das Carpale $^{3\cdot 4}$ stellt im jüngsten Stadium auf dem Längsschnitt eine etwa fünfeckige Platte dar, deren proximale konvexe Fläche dem Carpale ulnare gegenüber liegt und mit der des Carpale $^{1\cdot 2}$ einen Bogen beschreibt (Fig. 10). Distalwärts reicht es bedeutend tiefer herab als das Carpale $^{1\cdot 2}$ und wendet seine distale konkave Fläche der konvexen Basis des Metacarpale III zu. Die radiale Seitenfläche grenzt in ihrem oberen planen Abschnitte an das Carpale $^{1\cdot 2}$, weiter unten wird sie etwas konkav und liegt hier dem Metacarpale II gegenüber, von dem sie durch einen breiten Spalt getrennt ist. Auf der ulnaren Seite ragt das

Carpale $^{3\cdot4}$ über das Metacarpale III hervor. Auf seitlichen Schnitten trifft man daher ulnarwärts zuerst auf ein kleines rundes Knorpelstückchen (Fig. 11 und 12), welches auf weiter radialwärts gelegten Schnitten an Größe zunimmt. Daraus geht hervor, daß dieser Knorpel ursprünglich noch mit einem anderen Metacarpale zusammenhing, welches entweder ausgefallen oder verlagert worden ist, daß also der Knorpel mit Sicherheit als ein Carpale $^{3\cdot4}$ aufgefaßt werden kann. Im nächsten Stadium beginnt das Carpale $^{3\cdot4}$, wie bereits oben erwähnt, mit dem Carpale $^{1\cdot2}$ zu verschmelzen und an das Metacarpale II und III näher heranzutreten. Da es auf der Distalfläche, wie das Carpale $^{1\cdot2}$, konkav ist, so berührt es das Metacarpale III zunächst nur an den Rändern (Fig. 14). Die Dicke des Knorpels ist jetzt noch sehr bedeutend, wie an einem Querschnitt (Fig. 19) zu ersehen ist. In diesem Stadium beginnt ferner am Carpale $^{3\cdot4}$ die Entwickelung eines kegelförmigen Fortsatzes und zwar auf der dem Metacarpale II zugekehrten Seite, welcher, im rechten Winkel von dem Carpale $^{3\cdot4}$ abgebogen, radial- und volarwärts gerichtet ist (Fig. 16). Der Fortsatz legt sich dabei über das Metacarpale II, wie ein seitlicher Schnitt in diesem Stadium zeigt (Fig. 15). Im Stadium III ist das Carpale $^{3\cdot4}$ mit dem Carpale $^{1\cdot2}$ bereits vollständig verschmolzen (Fig. 17), vom Metacarpale II und III jedoch noch deutlich abgegrenzt. Im nächsten Stadium erfolgt die weitere Vereinigung des Carpale $^{3\cdot4}$ mit dem Metacarpale II und III; der Fortsatz des Carpale $^{3\cdot4}$ beginnt jetzt mit der Innenfläche des Metacarpale II zu verwachsen. Gleichzeitig vollzieht sich, wie wir es auch beim Carpale $^{1\cdot2}$ gesehen haben, eine allmähliche Abplattung des Carpale $^{3\cdot4}$, bis es im Stadium VII nur noch die halbe Stärke als im Stadium II besitzt. Sonst erleidet das Carpale $^{3\cdot4}$ keine wesentliche Formveränderung mehr.

Noch beim erwachsenen Pinguin ist die Grenze der embryonalen Carpalia distalia in Gestalt einer tiefen Furche, welche quer über den proximalen Teil des Metacarpus verläuft, deutlich zu erkennen; die ehemalige Grenze zwischen den beiden Carpalia distalia läßt sich jedoch nicht mehr nachweisen. Der mit dem Metacarpale II verwachsene Fortsatz des Carpale $^{3\cdot4}$ macht sich noch als eine Auftreibung auf der Innenfläche des Metacarpale II geltend, neben welcher die Sehne des Flexor digit. profundus vorbeizieht. Auch der über den ulnaren Rand des Metacarpale III hervorragende Fortsatz des Carpale $^{3\cdot4}$ erhält sich noch beim erwachsenen Pinguin.

Wir sehen also, daß der Carpus der Pinguine in den jüngeren

Entwickelungsstadien eine fast vollkommene Homologie mit dem Carpus der Carinaten aufweist. Bei Betrachtung der Abbildungen Morses, welche den Carpus einiger Carinaten während dessen Entwickelung wiedergeben, fällt sofort die Aehnlichkeit mit dem Aufbau des Carpus, wie ich ihn bei den Pinguinembryonen gefunden habe, auf. Auch der feinere Bau der Carpalia distalia, der von Rosenberg für das Hühnchen beschrieben wurde, stimmt in vielen Punkten mit dem der Pinguine genau überein. Alle für den Pinguincarpus besonders charakterischen Eigenschaften, wie z. B. das starke Hervortreten des Carpale ulnare, oder die beginnende Verwachsung des Radiale mit dem Ulnare, treten erst sekundär in späteren Entwickelungsstufen auf.

Die Angaben Studers über die Lageverhältnisse der Carpalia distalia weichen von meinem Befunde gänzlich ab und sind mir nur als eine Folge oberflächlicher Untersuchung erklärlich.

Ueber die Verknöcherungscentra der Carpalknochen konnte ich mich nicht orientieren, da sich bei den mir zur Verfügung stehenden Stadien noch keine Andeutung von Knochenbildung am Carpus fand.

Der Metacarpus.

Am Metacarpus konnte ich bei den jüngeren Stadien eine Zusammensetzung aus 3 gesonderten Stücken feststellen. Außerdem war noch ein 4. Knorpelstückchen als ein Anhang des ulnarwärts gelegenen Metacarpale erkennbar. Da die Anlage eines 5. Knorpels nicht zu finden war, so kann ich zu einer entscheidenden Lösung der Frage, ob die 4 Stücke dem I.—IV. oder dem II.—V. Metacarpale entsprechen, nichts beitragen. Wie ich bereits erwähnte, wird jetzt fast allgemein bei den Vögeln der Ausfall eines Metacarpale von der ulnaren Seite angenommen. Demnach wären die Metacarpalanlagen des Pinguins dem I. bis IV. Metacarpale des primitiven Handskelettes homolog.

Das Metacarpale I stellt im jüngsten Stadium ein vollkommen isoliertes Knorpelstück von der halben Länge des Metacarpale II dar. Es besitzt eine länglich kegelförmige Gestalt und ist auf dem Querschnitte fast drehrund (Fig. 19—22). Es verläuft parallel der radialen Seite des Metacarpale II, von dem es durch einen breiten Spalt getrennt ist. Das Metacarpale I reicht weiter proximalwärts als das Metacarpale II, seine Basis liegt daher nicht dem Carpale $^{1\cdot 2}$, sondern dem Carpale radiale gegenüber (Fig. 10). Die radiale Seite ist schwach konvex und ragt über das Niveau des Radiale etwas hervor. Die Basis des Meta-

carpale I liegt ulnarwärts dem Carpale $^{1\cdot 2}$ gegenüber. Das Metacarpale I verändert sich nur wenig in den folgenden Stadien. Im Stadium III rückt es an das Carpale $^{1\cdot 2}$ näher heran, während die Annäherung an das Metacarpale II langsamer erfolgt. Das distale Ende ragt jetzt nicht mehr frei hervor, sondern wird durch einen Bindegewebsstrang mit der radialen Seite des Metacarpale II verbunden. Die direkte Anlagerung des Metacarpale I an das Metacarpale II wird dadurch erreicht, daß an letzterem im Stadium IV eine Ausbuchtung entsteht, in welche sich die konvexe ulnare Fläche des Metacarpale I einlegt. Die radialen Ränder des Metacarpale I und II kommen dadurch später in eine gerade Linie zu liegen. Die Verwachsung dieser beiden Metacarpalia vollzieht sich erst sehr spät; im ältesten von mir untersuchten Stadium waren beide noch durch Perichondrium getrennt. Eine vollkommene Vereinigung ist auch beim erwachsenen Tiere noch nicht erfolgt; die Spuren der embryonalen Trennung sind noch in Gestalt einer Furche auf der Innenfläche und einiger punktförmiger Vertiefungen auf der Außenfläche des Metacarpus wahrzunehmen. Der äußere Verbindungsstrang geht später in das Periost des radialen Metacarpusrandes über. An dem proximalen Ende des ausgebildeten Metacarpus ist die schmale Basis des Metacarpale I von dem breiteren, durch die Carpalia distalia gebildeten Teile noch deutlich abgesetzt.

Die Metacarpalia II und III bilden in den jüngeren Stadien 2 isolierte Knorpelstücke von fast rundem Querschnitt. Das Metacarpale III liegt etwas weiter distalwärts als das Metacarpale II und ist bedeutend schwächer als dieses. Das Metacarpale II verläuft in fast gerader Richtung, das Metacarpale III ist dagegen ulnarwärts stark konvex gebogen, so daß das Spatium interosseum im mittleren Teile des Metacarpus an Breite beträchtlich zunimmt (Fig. 10). Auch in späteren Stadien, in denen die Verwachsung der proximalen Enden mit dem Carpale $^{1\cdot 2}$ und dem Carpale $^{3\cdot 4}$ beginnt, sind die einander gegenüberliegenden Ränder des Metacarpale II und III sowohl am proximalen wie auch am distalen Ende noch weit von einander entfernt. Im Stadium IV sind die Enden bereits genähert, zeigen aber noch keine Andeutung von Verschmelzung. Inzwischen hat sich das Metacarpale III etwas gestreckt, so daß der Raum zwischen beiden Knochen kleiner geworden ist. Im Stadium VII verlaufen beide Metacarpalia bereits einander parallel, jedoch ist ihre Verschmelzung erst am proximalen Ende eingeleitet (Fig. 18). Die Verwachsung ist, wie wir beim ausgewachsenen Metacarpus gesehen haben, eine ziemlich aus-

gedehnte; das Spatium interosseum wird dadurch zu einem schmalen Spalt reduziert. Die embryonale Trennung ist auch jetzt noch am distalen Ende des Metacarpus durch eine tiefe Furche auf der Außenseite angedeutet.

Die Abflachung der im Querschnitt ursprünglich runden Metacarpalia erfolgt erst in älteren Stadien und geht sehr langsam vor sich. Im Stadium VII ist die Abplattung noch keineswegs so stark wie beim erwachsenen Vogel ausgesprochen (Fig. 16).

Außer diesen 3 noch im ausgebildeten Zustande erkennbaren Metakarpalia, fand ich am Metacarpale III noch eine kleine Knorpelanlage, welche nach Lage und Form dem von Rosenberg und Parker als Metacarpale IV gedeuteten Knorpel entspricht. Ich konnte das Stück infolge seiner geringen Dimensionen nur auf Querschnitten deutlich erkennen. Es stellt im Stadium II einen ellipsenförmigen kurzen Knorpel dar, welcher unterhalb des Carpale $^{3 \cdot 4}$ auf der Außenfläche des Metacarpale III gelegen ist. In jungen Stadien war es noch selbständig und durch Bindegewebe vom Metacarpale III getrennt (Fig. 20). Im Stadium IV begann bereits eine Verschmelzung des basalen Teiles mit dem Metacarpale III, welche zunächst nur an der radialen Seite erfolgte (Fig. 21). Im ältesten Stadium waren Metacarpale III und IV bereits vollkommen verschmolzen (Fig. 22); beide bildeten eine einheitliche Knorpelmasse. Beim erwachsenen Pinguin ist die Anlage des Metacarpale IV nicht mehr angedeutet.

Auch von sekundären Teilen des Metacarpus, wie sie von Parker für die Vögel beschrieben wurden, konnte ich im Stadium I einen kleinen runden Fortsatz an der ulnaren Seite des Metacarpale II wahrnehmen, welcher das Spatium interosseum überbrückt (Fig. 27). In älteren Stadien war dieser Fortsatz bereits verschwunden. Er dient wahrscheinlich nur zur Insertion des M. abductor metacarpi.

Einen überzähligen Knorpel an der radialen Seite des Metacarpale I, welcher bei den Vögeln während der Entwickelung bisweilen vorkommt und von Kehrer als ein „Präpollex“ gedeutet wurde, vermochte ich beim Pinguin nicht nachzuweisen.

Die Verknöcherung des Metacarpus beginnt im Stadium II, in welchem Metacarpale II und III im mittleren Teile eine dünne Knochenrinde erkennen lassen. Im Stadium VII sind sie mit Ausnahme ihrer Enden bereits vollständig knöchern. Das Metacarpale I verknöchert ebenfalls selbständig, jedoch tritt die Knochenbildung sehr spät auf. Im ältesten Stadium zeigte der mittlere Teil erst eine sehr dünne Knochenschale.

Der Metacarpus der Pinguine entspricht also ebenfalls während seiner Entwickelung sowohl in der Zahl als auch in der Form der an seinem Aufbau beteiligten Stücke dem Metacarpus eines flugfähigen Vogels. Die eigenartige, von den Flugvögeln stark abweichende Gestalt des Metacarpus macht sich erst allmählich in den älteren Entwickelungsstufen, teilweise auch erst nach dem Ausschlüpfen geltend.

Die Phalangen.

Im allgemeinen besitzt die Hand der Vögel embryonal mehr Phalangenglieder als im ausgebildeten Zustande, und zwar wurden bei den Fliegern meistens am Metacarpale I 2, am Metacarpale II 2—3 und am Metacarpale III 2 Phalangenglieder gefunden, Beim Pinguin konnte ich jedoch auch im jüngsten Stadium nur die Phalangenzahl, die wir beim erwachsenen Vogel antrafen, feststellen. Das Metacarpale I wies keine Spur von Phalangenbildung auf, am 2. waren 2, am 3. nur 1 Phalanx zu erkennen. Nur die Form der Phalangen erfährt im Laufe der Entwickelung eine Aenderung, da dieselben in jüngeren Stadien, wie alle Knochen des Flügels, einen runden Querschnitt aufweisen (Fig. 23) und sich erst im Laufe der weiteren Entwickelung abplatten. Der Fortsatz an der Basis der Phalanx des 3. Fingers, welcher zum Ansatz der Sehne des Flexor digiti III dient, ist im Stadium I und II nicht vorhanden. Derselbe legt sich erst in späteren Stadien, gleichzeitig mit dem Sesambeine des Carpale ulnare an. Die Verknöcherung der Phalangen erfolgt etwas später als die der Metacarpalia, wie dies auch bei anderen Vögeln anzutreffen ist, und zwar beginnt sie an der Grundphalanx des Index, erst später an der 2. Phalanx dieses Fingers und am 3. Finger.

Es scheinen jedoch auch beim Pinguin, wie bei den anderen Vögeln, am 3. Finger 2 Phalangen angelegt zu werden. Denn Studer, welcher einen noch jüngeren Embryo untersuchte, beschreibt am 3. Finger, welcher in diesem Stadium an Länge dem 2. gleichkommen soll, 2 Phalangenglieder, welche in späteren Stadien miteinander verwachsen.

Radius und Ulna.

Da der anatomische Bau der Knochen des mittleren und proximalen Flügelabschnittes, also des Radius und der Ulna, wie auch des Humerus beim erwachsenen Pinguin vom Vogeltypus stark abweicht, so dürfte es angezeigt sein, auch die Entstehungsweise dieser Knochen näher zu prüfen.

Im Stadium I sind Radius und Ulna noch vollkommen knorplig und besitzen große Aehnlichkeit mit denjenigen eines Carinaten. Abgesehen von dem fast runden Querschnitte (Fig. 24) beträgt ihre relative Breite etwa nur die Hälfte der ausgebildeten Knochen. Am Radius ist der scharfe Kamm an der Außenseite, in welchem der Sulcus für den M. extensor radialis longus gelegen ist, noch nicht vorhanden. Demgemäß fehlt auch die tiefe Ausbuchtung für den Ansatz des M. brachialis inferior. Noch im Stadium II und III behält der Radius diese Form bei. Am äußeren Rande des Radius tritt jetzt eine Lage von zellreichem Bindegewebe auf, welches den Radius gewissermaßen überdacht. Im Stadium V erscheint in diesem Bindegewebe eine Einlagerung von Knorpelsubstanz, und zwar zuerst am proximalen Teile an der Ansatzstelle des Brachialis inferior (Fig. 28). In älteren Stadien wird der ganze Bindegewebsstreifen knorplig und bildet später den scharfen Kamm an der Außenseite des Radius. Seine Entwickelung erfolgt erst, nachdem der eigentliche Körper des Radius bereits in seiner Diaphyse verknöchert ist. Die Verknöcherung dieses Knorpels und seine Verwachsung mit dem Radius konnte ich, da mir ältere Stadien fehlten, nicht weiter verfolgen. Wir haben es hier mit einer sehr merkwürdigen Zusammensetzung des Radius aus zwei getrennten Knorpelanlagen zu tun, welche nur damit zu erklären ist, daß die Vorderextremität der Pinguine ursprünglich den Bau des Flügels eines Carinaten aufweist und alle diejenigen Eigenschaften, welche der Flügel des Pinguins als ein Ruderorgan besitzen muß, erst sekundär ausgebildet werden. So ist auch der Kamm des Radius eine sekundäre Bildung, welche bezweckt, dem Ruder eine scharfe Kante zu verschaffen.

An der Ulna, welche in ihrer Form anfangs dem Radius sehr ähnlich ist, sehen wir im Stadium I noch nichts von der Anlage eines Olecranon (Fig. 10). Die Sehnen des Triceps setzen in diesem Stadium im mittleren Teile der Ulna an. Im Stadium III weisen die Enden dieser Sehnen bereits Einlagerung von Knorpelsubstanz auf, welche im Stadium V proximalwärts mit dem Epiphysenknorpel der Ulna verschmolzen ist (Fig. 28). Im Stadium VI hat das Olecranon schon seine definitive Form fast erreicht und stellt einen platten dreiseitigen Knorpel dar, welcher proximal weit hervorragt, distal dagegen schräg in den Körper der Ulna übergeht. Im distalen Bereiche ist das Olecranon mit der Ulna noch nicht verbunden, sondern liegt noch der bereits verknöcherten Diaphyse auf. Die Anlage des Olecranon erfolgt also früher als die des Radiuskammes, da ein Olecranon auch den Fliegern zukommt.

Die Abplattung des Radius und der Ulna erfolgt erst in späteren Stadien. Noch im ältesten Stadium waren beide Knochen etwa doppelt so dick als beim erwachsenen Vogel.

Die Verknöcherung beginnt zu derselben Zeit wie die der Metacarpalia. Im Stadium IV sind die Diaphysen fast vollständig verknöchert.

Der Humerus.

Ueber die Entwickelung des Humerus ist nur wenig zu sagen, da dieser aus einer einheitlichen knorpligen Anlage hervorgeht. In jungen Stadien kommt er ebenfalls dem Humerus eines Fliegers sehr nahe, da er eine schlanke Form mit fast rundem Querschnitt besitzt (Fig. 25). Die beiden Furchen für die Sesambeine sind noch nicht ausgeprägt, der Processus lateralis ist lang ausgezogen und nach der Innenfläche des Humerus zu etwas umgebogen, wie dies bei den Fliegern meistens anzutreffen ist (Fig. 26). Die Abplattung erfolgt, besonders im mittleren Teile, sehr spät. Die Furchen für die Sesambeine sind erst im Stadium V bemerkbar, da erst zu dieser Zeit die Sesambeine sich knorplig anzulegen beginnen. Die Verknöcherung des Humerus hält mit der des Radius und der Ulna gleichen Schritt.

An der Muskulatur des Flügels tritt die Reduktion zu Sehnensträngen bereits vor der Umbildung des Skelettes ein. Einige Muskeln, durch deren Fehlen der Flügel des erwachsenen Pinguins besonders gekennzeichnet ist, lassen sich noch bei älteren Embryonalstadien nachweisen. So fand ich im Stadium II auf Querschnitten an der Innenfläche des Humerus in der Nähe seines radialen Randes die Anlage eines schwachen Muskelbündels, welcher, wie ich auf weiter distalwärts liegenden Schnitten verfolgen konnte, über den Brachialis inferior hinwegzog und neben diesem am Radius ansetzte. Proximalwärts konnte ich den Muskel nicht weiter verfolgen, da die Extremitäten am Caput humeri vom Schultergürtel abgetrennt waren. Diese Muskelanlage dürfte ihrer Lage nach einem Biceps entsprechen. In späteren Stadien wird sie gänzlich rückgebildet. Auch von den Daumenmuskeln, welche, wie oben erwähnt, beim erwachsenen Pinguin fehlen, fand ich in jüngeren Stadien, bei denen das Metacarpale I noch frei endigt, die Anlage eines Abductor pollicis, welcher vom distalen Ende des Radius nach der radialen Seite des Metacarpale I hinzog (Fig. 28 *Abd. p*). Auch dieser Muskel verschwindet in den älteren Stadien.

Schlußwort.

Die Entwickelung der Vorderextremität der Pinguine hat also gezeigt, daß dieselbe in frühembryonaler Zeit dem Flügel eines Carinaten fast in jeder Hinsicht gleichkommt. Besonders am Carpus und Metacarpus war eine vollkommene Homologie mit den Fliegern nachzuweisen. Da die Verschmelzung der Carpal- und Metacarpalknochen beim Pinguin in weit ausgedehnterem Maße als bei den Flugvögeln erfolgt, so ist es erklärlich, daß die einzelnen Teile nur in jüngeren Stadien, als dies bei den Fliegern der Fall ist, diskret anzutreffen waren. Die Umbildung des Flügels zu einem Ruder erfolgte jedoch erst in späten Embryonalstadien, indem sämtliche Knochen der Extremität ihre rundliche Form sehr lange beibehielten. Es kann also auf Grund dieser Entstehungsweise der Vorderextremität kein Zweifel mehr bestehen, daß ihre Rudergestalt nicht, wie v. Menzbier annimmt, ererbt, sondern durch Anpassung nachträglich erworben ist, und daß demnach die Pinguine von flugfähigen Vorfahren abstammen müssen. Es ist daher ausgeschlossen, daß sie sich frühzeitig vom Stammbaume der Vögel abgezweigt haben, oder, wie Owen annimmt, eine Uebergangsstufe der Reptilien zu den Vögeln bilden. Ihre Isolierung und die damit verbundene Aenderung ihrer Lebensweise kann also nicht in weit zurückliegenden Perioden, sondern muß erst in späterer Zeit, als die Flugvögel bereits zu voller Entwickelung gelangt waren, erfolgt sein. Hierfür spricht auch die geologische Tatsache, daß Reste von Carinaten bereits in der Kreide, die Reste eines fossilen Pinguins (Palaeeudyptes) erst im Miocän gefunden wurden. So glaube ich hinreichend bewiesen zu haben, daß die Pinguine, was ihre systematische Stellung anbelangt, zu den Carinaten gehören und diesen nicht als eine besondere Klasse gegenübergestellt werden dürfen.

Zum Schlusse bleibt mir noch die angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Chun, für die gütige Zuweisung dieser Arbeit und Ueberlassung des Materials, sowie Herrn Prof. zur Strassen und Herrn Dr. Woltereck für die freundliche Unterstützung während der Arbeit meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

Literaturverzeichnis.

v. Baer, Ueber das äußere und innere Skelett. Meckels Archiv, Jahrg. 1826.

— Ueber Entwickelungsgeschichte der Tiere, Königsberg 1828, 1837.

Baur, A second phalanx in the third digit of a carinate birds wing Science, New York 1885.

— Dinosaurier und Vögel. Morphologisches Jahrb., Bd. X, 1885.

Blanchard, Organisation du règne animal. Oiseaux. Paris.

Born, Carpus und Tarsus der Saurier. Morphologisches Jahrb., Bd. II, 1876.

Brandt, Beiträge zur Kenntnis der Naturgeschichte der Vögel. Mém. de l'acad. Imp. de Sciences St. Pétersbourg, T. III, 1840.

Cuvier, Recherches sur les ossements fossiles, Paris 1835—1836.

— Leçons d'anatomie comparée, Teil I, Paris 1835.

Dames, Ueber Archaeopteryx. Paläontologische Abhandlungen, Berlin 1884.

Filhol, Observations relatives aux caractères ostéologiques de certaines espèces d'Eudyptes et de Spheniscus. Bull. Soc. Philom., T. VII, Sér. 6, 1882.

Fürbringer, Untersuchungen zur Morphologie und Systematik der Vögel, Jena 1888.

Gadow, Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreichs. Bd. VI: Vögel. Leipzig 1891.

Gegenbaur, Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere. I. Carpus und Tarsus. Leipzig 1864.

— Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere, Bd. I, Leipzig 1898.

— Zur Gliedmaßenfrage. Morphologisches Jahrb., Bd. V.

Geoffroy, Sur les manchots (Aptenodytes). Millins Mag. encycl., Paris 1797.

Gervais und Alix, Ostéologie et myologie des manchots. Journal de Zoologie, T. VI, 1877.

Giebel, Patella brachialis bei Säugetieren und Vögeln. Zeitschrift für ges. Naturwissenschaften, 1879.

Huxley, A manual of the anatomy of vertebrated animals, London 1871.

Kehrer, Beiträge zur Kenntnis des Carpus und Tarsus. Bericht der naturwissenschaftl. Gesellschaft, Freiburg 1880.

Lewin, Ueber die Entwickelung des Schnabels von Eudyptes chrysocome, Jena 1902.

Männich, Beiträge zur Entwickelung der Wirbelsäule von Eudyptes chrysocome, Jena 1902.

Meckel, System der vergleichenden Anatomie. II. Teil, 2. Abteilung, Halle 1825.
v. Menzbier, Vergleichende Osteologie der Pinguine in Anwendung zur Haupteinteilung der Vögel. Bull. Soc. Imp. des Naturalistes de Moscou, 1887.
Milne-Edwards, Recherches anat. et paléont., pour servir à l'histoire des oiseaux fossiles de la France, T. I, Paris 1867—68.
Morse, On the Carpus and Tarsus of birds. Annals Lyc. Nat. Hist. New York, Vol. X, 1874.
Owen, On the Archaeopteryx. Philos. Transact. London, 1864.
— On the anatomy of Vertebrates, Vol. II, London 1866.
Perker, On the secondary carpals, metacarpals. Proc. Roy. Soc., 1888.
— On the structure and developement of the wing in the common Fowl. Philos. Transact. of the Royal Society of London, 1888.
Reid, Anatomical description of the Patagonian Penguin. Proc. Zool. Soc. London, 1835.
Rosenberg, Ueber die Entwickelung des Extremitätenskelettes bei einigen durch Reduktion ihrer Gliedmaßen charakterisierten Wirbeltieren. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie, Bd. XXIII, 1873.
Schöpss, Beschreibung der Flügelmuskeln der Vögel. Meckels Archiv f. Anatomie u. Physiologie, Leipzig 1829.
Studer, Bericht über die Expedition S. M. S. „Gazelle". Zoologie, Bd. III, 1899.
Tiedemann, Anatomie und Naturgeschichte der Vögel. Zoologie, Bd. II, Heidelberg 1810.
Watson, Report on the anatomy of the Spheniscidae. Report of the voyage S. M. S. „Challenger". Zoologie, Vol. VII, 1883.
Wiedersheim, Grundriß der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere, Jena 1898.
— Das Gliedmaßenskelett der Wirbeltiere, Jena 1892.
Zehntner, System der vergleichenden Anatomie, II. Teil, 2. Abteilung, Halle 1825.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Fig. 1. Schultergürtel. *Co.* Coracoid, *Sc.* Scapula, *Cl.* Clavicula, *F.gl.* Fossa glenoidalis, *Labr.gl.sc.* Labrum glenoidale scapulare, *Labr.gl.cor.* Labrum glenoidale coracoideum.

Fig. 2 u. 3. Coracoid. *Pr.m.p.* Processus medialis posterior, *Pr.m.a.* Processus medialis anterior, *Pr.l.* Processus lateralis, *Acrc.* Acrocoracoid.

Fig. 4. Scapula. *Acr.* Acromion.

Fig. 5. Clavicula. *P.sbcr.* Pars subcoracoidea. *P.acr.* Pars acrocoracoidea, *P.spcr.* Pars supracoracoidea.

Fig. 6 u. 7. Skelett der Vorderextremität (Innen- und Außenfläche). *H.* Humerus, *R.* Radius, *U.* Ulna, *r.* Carpale radiale, *u.* Carpale ulnare, *mc.I* u. *II.* Metacarpale I u. II, *mc.III.* Metacarpale III, *Ph.* Phalangen, *T.l.* Tuberculum laterale, *T.m.* Tuberculum mediale, *Cr.l.* Crista lateralis, *Cr.m.* Crista medialis, *Inc.c.* Incisura collaris, *Tr.r.* Trochlea radialis, *Tr.u.* Trochlea ulnaris, *S.s.a.* Sulci supratrochleares anconaei, *F.s.* Fovea supratrochlearis, *Ol.* Olecranon.

Fig. 8. Muskulatur des Flügels (Innenfläche). *Sprc.* Supracoracoideus, *Cb.* Coracobrachialis, *P.m.* Pectoralis minor, *Dl.* Deltoides major, *T.p.l.* Tensor patagii longus, *T.I—IV* Triceps I—IV, *B.i.* Brachialis inferior, *F.c.u.* Flexor carpi ulnaris, *F.s.d.* Flexor sublimis digitorum, *F.p.d.* Flexor profundus digitorum, *Pr.* Pronator longus et brevis, *Abd.i.* Abductor indicis, *F.d.III.* Flexor digiti minimi, *F.m.b.* Flexor metacarpi brevis.

Fig. 9. Muskulatur des Flügels (Außenfläche). *Lt.d.* Latissimus dorsi, *Cu.* Cucullaris, *Isp.* Infraspinatus, *Ssp.* Supraspinatus, *T.I.II.IV* Triceps I, II, IV, *Dl.* Deltoides major, *Dl.m.* Deltoides minor, *Sup.* Supinator, *E.m.r.l.* Extensor metacarpi radialis longus, *E.m.r.b.* Extensor metacarpi radialis brevis, *E.d.c.* Extensor digitorum communis, *E.i.p.* Extensor indicis proprius, *Abd.m.* Abductor metacarpi.

Tafel II.

Fig. 10—28. Längs-, Quer- und Seitenschnitte durch die Vorderextremitäten verschiedener Embryonalstadien. *H.* Humerus, *R.* Radius, *U.* Ulna, *r.* Carpale radiale, *u.* Carpale ulnare, *c.*$^{1+2}$ Carpale distale I+II, *c.*$^{3+4}$ Carpale distale III+IV, *c.* Centrale, *i.* Intermedium, *mc.I—IV* Metacarpale I—IV, *B.* Biceps, *Abd.p.* Abductor pollicis.

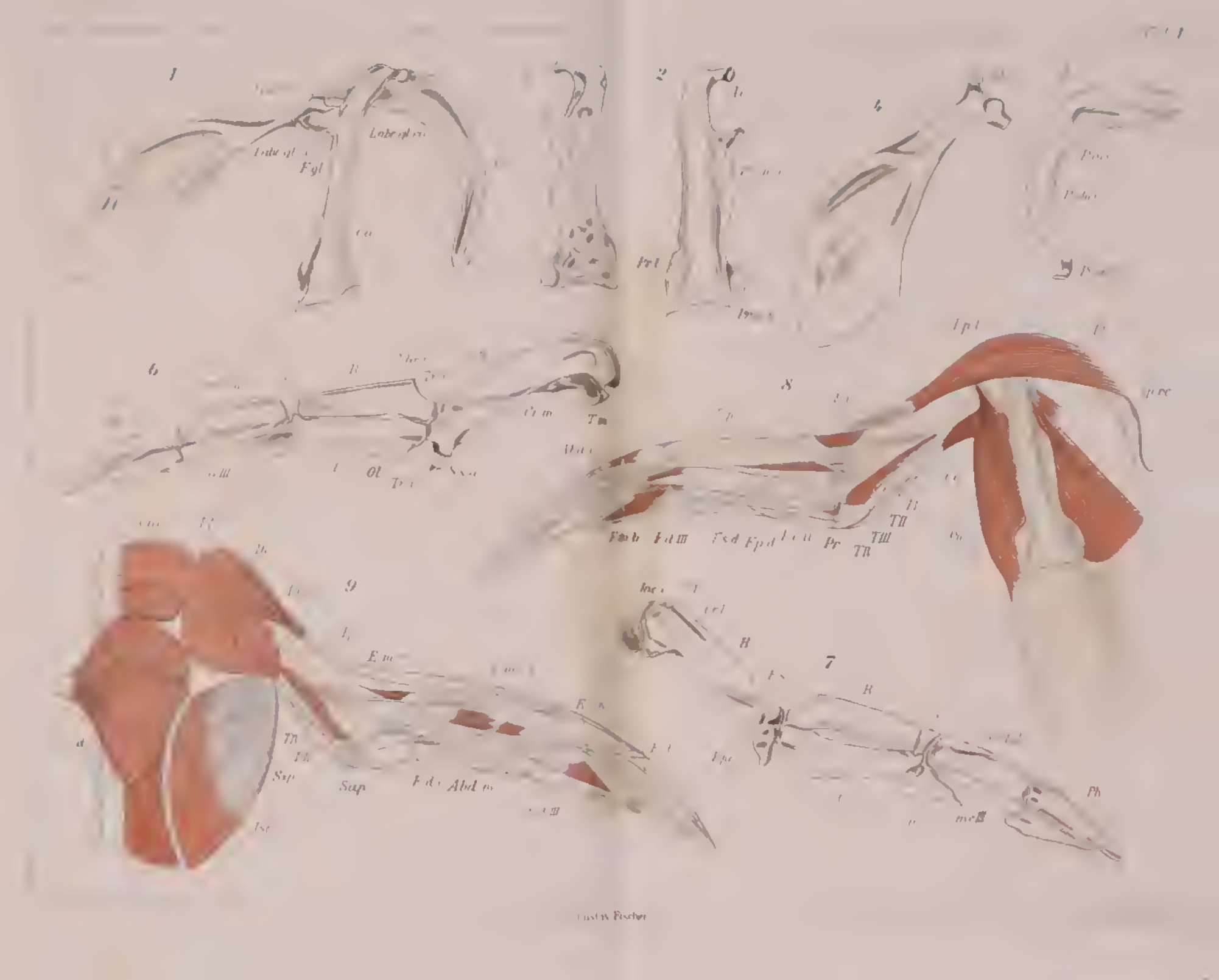
Fig. 29 u. 30. Embryonale Skelette der Vorderextremität im Stadium I und V (Rekonstruktion).

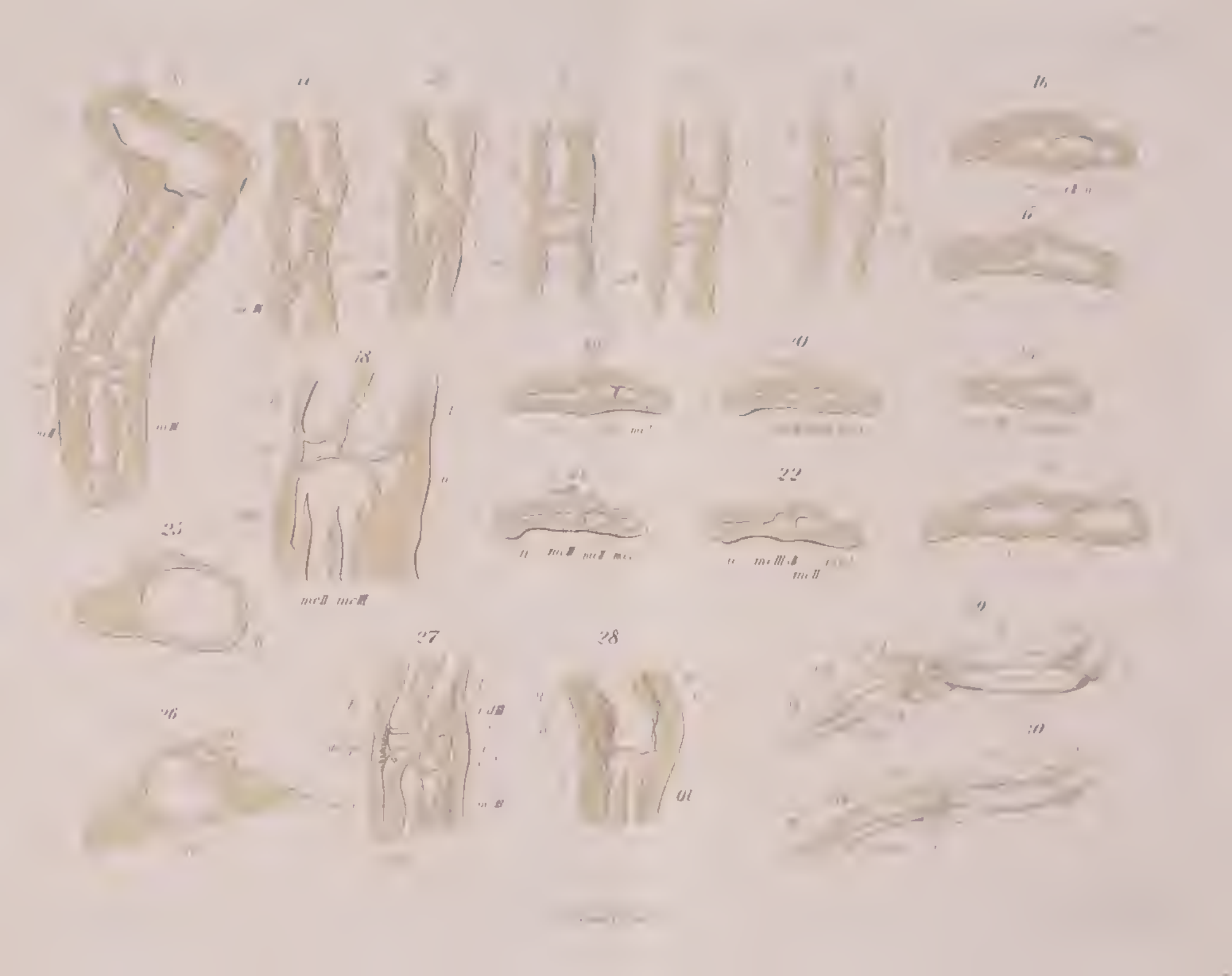
Vita.

Ich, Erich Hillel, mos., wurde am 18. September 1880 zu Breslau geboren. Ich besuchte daselbst von Ostern 1887 an das König - Wilhelms - Gymnasium, später das Johannesgymnasium, welches ich Michaelis 1897 verließ, um mich dem Studium der Zahnheilkunde zu widmen. Ich studierte während 6 Semester an der Universität Breslau, beteiligte mich an Ferienkursen an der Universität Berlin und bestand am 10. Mai 1901 zu Breslau die zahnärztliche Staatsprüfung.

Hierauf begab ich mich an die Universität Leipzig, der ich vom S.S. 1901 bis zum W.S. 1902/03 angehörte. Ich betrieb daselbst naturwissenschaftliche Studien, arbeitete in dem Laboratorium des Herrn Prof. Chun und besuchte die Vorlesungen und Kurse folgender Herren Professoren: Chun, Zur Strassen, Pfeffer, Credner.

Allen diesen Herren werde ich für das mir entgegengebrachte Wohlwollen stets den aufrichtigsten Dank bewahren.





9559

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena.

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 00699 6433